#18

NO. 18

Feb. 1961

LIBRARY
OCT 5 1961
FISH & WILDLIFE SERVICE

BULLETIN OF TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

東北海区水産研究所研究報告

第18号

水　産　庁
東北海区水産研究所
宮城県塩釜市
昭和36年2月
TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
SHIOGAMA, MIYAGI PREF., JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/bulletin-tohuku-regional-fisheries-research-laboratory_1961-02_18

東北水研　研究報告
第 18 号
Mar.　1961

養殖アマノリの種類とその生活史*

(アマノリ類の生活史の研究　第II報)

黒　木　宗　尚

SPECIES OF CULTIVATED *PORPHYRAS* AND THEIR LIFE HISTORIES

(Study of the life history of *Porphyra* II)

by
Munenao　KUROGI

内　　容

緒言 …… 2
養殖アマノリの分類学的研究の歴史 …… 3
アマノリ属の無性生殖研究の歴史 …… 4
松島湾に於けるアマノリの生育環境 …… 6
　地形
　水温・比重・pH・酸素量・栄養塩
　潮流
　潮汐及び簀網張込潮位とその干出時間
　　潮汐
　　簀網張込張位とその干出時間
アサクサノリ …… 14
　性質
　観察材料と方法
　形態の観察
　　体形と栄養器官
　　生殖器官
　　　有性生殖器官
　　　無性生殖器官
　　幼芽
　胞子の培養
　　中性胞子の培養
　　果胞子の培養とコンコセリス体
　生態の観察
　　生育状態
　　　出現
　　　生長・消失
　　生殖器官の季節的変化
　　生活史
　　考察
マルバアサクサノリ …… 33
　性質
　観察材料と方法
　形態の観察
　　体形と栄養器官
　　生殖器官
　　　有性生殖器官
　　　無性生殖器官
　　　有性生殖器官と無性生殖器官の混在
　　幼芽
　胞子の培養
　　中性胞子の培養
　　果胞子の培養とコンコセリス体
　生態の観察
　　秋冬期の出現と生長
　　春夏期の出現と繁茂
　　消失と越夏
　生活史
　考察
スサビノリ …… 55
　性質
　観察材料と方法
　形態の観察
　　体形と栄養器官
　　生殖器官

* 東北海区水産研究所業績　第 165 号

有性生殖器官
無性生殖器官
有性生殖器官と無性生殖器官の混在
幼芽
胞子の培養
中性胞子の培養
果胞子の培養とコンコセリス体
生態の観察
天然に於ける生育状態
簇建試験
出現・生長・消失
生殖器官の季節的変化
生活史
考察
コスヂノリ …… 75
性質
観察材料と方法
形態の観察
体形と栄養器官
生殖器官
有性生殖器官
無性生殖器官
幼芽
胞子の培養
中性胞子の培養
果胞子の培養とコンコセリス体
生態の観察
生育状態
生殖器官の季節的変化
生活史
考察
総括 …… 82
文献 …… 87
英文記載 …… 91
図版 …… 113

緒　　言

アマノリ属の生活史に関して、筆者は第Ⅰ報で、アマノリ属の 4 種を調べ、コンコセリス期の存在すること、即ちアマノリの葉状体から放出する果胞子は糸状のコンコセリス体となり、之に単胞子が形成されて この単胞子が再び葉状体となることを報告した。之によつて従来最も問題となり諸説がなされていた果胞子の行動が明らかとなり、アマノリ属の生活史の大綱を知ることが出来たのであるが、アマノリ属各種の生活史の詳細を知るためには、更にその生態的観察・無性生殖の調査も併せて行わなければならない。またコンコセリス体の諸性質も知る必要が生じ、更にアマノリ属の種類即ち分類学的問題も生じて来る。

此等の点を考慮して、筆者は引続きアマノリ属の生活史の研究に従事してきた。コンコセリス体の諸性質については別に調べているが（黒木 1953 b, 黒木・平野 1955 a, b, 1956 a, b)、本報告では一般に“アサクサノリ”と呼ばれている養殖アマノリについて述べる。従来養殖アマノリの大部分はアサクサノリ *P. tenera* Kjellm. とされてきたのであるが、この他にマルバアサクサノリ *P. kuniedai* Kurogi, スサビノリ *P. yezoensis* Ueda, コスヂノリ *P. angusta* Okam. et Ueda 及びウップルイノリ *P. pseudolinearis* Ueda の 4 種も夫々独立して或は混在して養殖の対象になつていることを知つた。これらの中、前 4 種の形態・生態の観察、培養実験等について述べ、その生活史を考察し、また分類学的考察を行う。ウップルイノリについてはその養殖は一般的でないが、次報に述べる予定である。この研究は 1951 年以降、アサクサノリ，マルバアサクサノリ，スサビノリに関しては松島湾に於いて、コスヂノリについては気仙沼湾・松島湾に於いて主として行い、松川浦・気仙沼湾・有珠湾・室蘭その他の東北・北海道の一部に於ける観察も参考にした。

なおこの研究の大要は日本水産学会 (1954, '56)、日本植物学会 (1955) で発表し、一部を藻類 (1956, Vol. 3, No. 1) に、総括したものを水産増殖 (1957, Vol. 4, No. 4) に報告した。此等の詳細その他の未発表事項をこゝに報告する次第である。

報告を行うに先だち、御助言・御校閲をいたゞいた北海道大学山田幸男教授に厚く御礼を申し上げ、本研究に終始御激励をいたゞいた当研究所谷旺専治博士、御助力を得た秋山和夫氏に厚く御礼を申し上げる。また有珠湾の養殖アマノリ調査に御便宜と助言をいたゞいた北海道区水産研究所木下虎一郎博士、渋谷三五郎氏その他の方々、室蘭のスサビノリの調査に御援助と助言を得、本研究に終始御激励をいたゞいた北海道大学海藻研究所の中村義輝博士、コスヂノリ調査に御援助をいたゞいた宮城県水産試験場気仙沼分場中村捷場長、小野寺

弘技師その他の方々に深謝する。更に標本を見せていたゞき、御助言を賜つた東京水産大学殖田三郎教授、東海区水産研究所須藤俊造博士、松島湾水質の資料を心よく見せていたゞいた当研究所奥田泰造博士、鮎川の潮汐資料を見せていたゞいた石巻測候所の方、ノリ養殖試験に種々御助力を得た塩釜・室浜の青年研究会・業者の方々に深くお礼申し上げる。

養殖アマノリの分類学的研究の歴史

我国で養殖されているアマノリは殖田 (1932, '52) によるとアサクサノリが大部分で塩分の多い所ではコスヂノリが混生することがあると述べている。このアサクサノリは Kjellman (1897) が我国の乾海苔製品をもとにして記載した種である。その後岡村 (1900, '02, '09, '16), 殖田 (1932), Tanaka (1952) 等によつて分類学的研究が行われている。アサクサノリという和名は岡村が当時製品或は養殖アマノリに用いられていた名をそのまゝ本種に与えたものである。

このアサクサノリに対して Kjellman は次のような記載を行つている。"**雌雄異体**、精子嚢は集合して縁辺に斑を形成す，胞子嚢は秩序なく配置し、8 つ或はそれ以下の胞子を有す，仁は散子様にして径 20～27μ あり；体は茎を有し，茎は明瞭なり，**小にして高さ 3～5cm，幅 1～3cm，厚さ 15～20μ あり，細い篦状乃至広い倒卵形をなす**，屢々屈曲しまた所々裂ける，密に深く波皺す，縁辺に鋸歯なし，左右殆ど等し，紫董色を呈し不透明，膜は薄く，紙に密着す；下部は棍棒状の細長い頭部をもつた細胞からなり、上部は短い不規則な三角形乃至四角形の径 15～18μ の殆ど同形の細胞からなる，**体の断面に於いて細胞腔は殆ど正方形を示し**，膜は薄く中央に薄板を形成す"。また上記の特徴を示した体形・栄養細胞・精子嚢・嚢果を図示している。之によると嚢果の分裂は a/2, b/2, c/2, 精子嚢の分裂は a/4, b/2～(4?), c/? となり、雌性細胞の内容の再端が僅かに突出している。

この Kjellman の記載を見ると体が小さくて薄く、形にかなりの変化があり、また雌雄異体となつていることと等に注意が惹かれる。雌雄異体なることに対して岡村，殖田はアサクサノリは雌雄同体で Kjellman の観察は誤りであろうとし、Yendo (1916), Tanaka は Kjellman の標本を調べて、それが雌雄同体であることを報告している。体の大きさ・厚さについては岡村，殖田，Tanaka の記載はより大きくなつている。形の変化は殖田によると "円形，卵形，披針形等種々あり体形の変化はアマノリ属中最も甚しい" と記している。岡村，Tanaka の記載も略々同様である。

かくて上記の我国の研究者によつて与えられたアサクサノリの主な特徴を殖田の報告によつて見ると次のようになつている。"体は (円形)，卵形，披針状等種々あり，通常 15～25cm (3・4～40・50cm) 高く 7～12cm (1・2～20cm) 広し，茎部細小なれども明瞭なり，基部は楔形乃至円形 (或は心臓形・臍形) を呈す，縁辺鋸歯なし，波皺著し，体は稀に分裂す；体は細胞一層にて成り 15～30～(35)μ 厚し，細胞はやゝ多角形にして径は通常 20μ 許りあり不規則に列す，体の横断面における細胞の内腔はやゝ方形をなし高さは太さに比して大なるものと小なるものとあり；根様糸を出す基部細胞は円形乃至楕円形を呈し頭太し；雌雄同株，雌雄共に縁辺より生じ相混じて飛白状を呈す，嚢果の分裂表式は 8 (a/2, b/2, c/2)，精子嚢の分裂表式は 64 (a/4, b/4, c/4) なり；色は紅紫色，緑紫色，褪紅色等種々"。

なお Yendo はアサクサノリは *P. leucosticta* Thuret と同じものでその synonym とすべきだと述べたが、殖田，Tanaka は之を否定している。

アサクサノリの品種について殖田は体の断面に於ける細胞の高さが幅より大きいか小さいかによつて f. *typica*, f. *kjellmani* の 2 品種を設けた。Kunieda (1939) は之の命名について前者を var. *okamurai* (*P. tenera* in Okamura 1909)，後者を var. *typica* とすべきではないかと述べた。しかして Tanaka は Kjellman の標本を調べ、上記の 2 品種の存在を否定した。

一方 Kunieda はアサクサノリには多数の種類 (少くとも 10 種) が含まれているとして、之をその体形・発生・生殖の方法からナガバ型 (long type) とマルバ型 (round type) の 2 つの群に分けた。この両型の特徴は次の通りである。

ナガバ型：　体は長い，発芽体は 15～25 個（少くとも 10 個以上）の細胞に生長して初めて縦の細胞分裂を行う。無性生殖（中性胞子の形成）は行われない。

マルバ型：　体は円い，発芽体は 5～7 個（少くとも 10 個以下）の細胞になつたときに縦の細胞分裂を行う。無性生殖（中性胞子の形成）が行われる。

そしてこのマルバ型に対して *Metaporphyra orbicularifolia* var. *typica* なる新属・新種・新変種を提唱した。なお Kunieda はアサクサノリ（ナガバ型・マルバ型共に）は精子嚢だけをもつた雄体と嚢果といくらかの精子嚢をもつた“雌体”とがある androdioecious であると述べた。Tanaka もまたアサクサノリにナガバ型とマルバ型のあること及び androdioecious であることを記している。

須藤（1950）は東京湾産の“アサクサノリ”を Kunieda と同じ考えで、特に発芽体が何個細胞になつた時に縦の細胞分裂が行われるかは品種を区別する時に大きな特徴になるとして、之をもとにして型 1—型 7 の 7 つの型を区別した。須藤はこの縦の細胞分裂が行われる時の発芽体の細胞数を“n”で表している。之によると各型は型 1—型 7 の順に n が大きくなつていて、体形も型 1 で円く、型 7 で細長くこの順に幅が狭くなつている。型 1—型 4 では無性生殖即ち中性胞子の形成が見られ、この順に無性生殖を行う時期が早くなり且つ無性生殖体の大きさは小さくなる。型 5—型 7 では無性生殖は見られない。一般に n の小さいものが晩生で大きいものが早生である。また n の大きいものでは雌雄の区別が明らかであるが、小さいものでは殆ど精子嚢のみを形成した植物体と卵と精子をもつた植物体とが存すること等をのべている。なお型 7 はコスヂノリであると記している。

新崎（1952, ’57）は主に伊勢湾・三河湾の養殖アマノリを調べ、Kunieda，須藤と略々同じ観点で、即ち発芽体の“n”及び無性生殖の状態をもとにして之を I 型－V 型の 5 つの品種に分けた。これによると I 型から V 型の順に n は大きく、概してこの順に体形も細長く、また晩生から早生となつている。中性胞子の形成は各型で見られ、形成体は I 型で大きく、IV，V 型で小さい[1]。なお新崎は以上の各型の嚢果・精子嚢の分裂様式は夫々 8 (a/2, b/2, c/2)，64 (a/4, b/4, c/4) のものが大部分で、稀に分裂数の多いものもあるが，問題とすべき程でなく、各型共アサクサノリとして取扱つてよかろうと述べている。また殖田の f. *typica*, f. *kjellmani* の差の困難であること，体形・色調・体の厚さ・細胞の形態等は生育環境による変化多く、これによる品種の区別の困難等について記している。須藤の各型との比較はなされていない。両者は n の取り方等も異なり、報告上の両者の比較は困難である。また須藤，新崎共に Kunieda のナガバ型，マルバ型との関係についてはふれていない。

養殖アマノリの種類或は品種に関しての従来の研究は以上の通りで、その大部分は殖田の云うようにアサクサノリとされて来たが、形の変化の多いアサクサノリが果して単一の種類であろうか、或は多数に分けられたアサクサノリの品種が果して判然と区別出来るものであろうかとの疑問がもたれる。これ等の疑問は Kjellman の最初の記載に用いた材料が乾海苔製品によるもので、2 つ以上の種を含んでいる恐れなきにしもあらず、記載もまた不十分となつていること、更に以後の研究者の記載についても詳細を欠く点のあること等によるようである。

なお須藤（1957）は東京湾に於いても筆者（1957）と同様にアサクサノリ，マルバアサクサノリ，スサビノリ，コスヂノリの存在を報告し、この外にチシマクロノリの存在をも記した。1950 年の報告との関係についてはふれていない。

アマノリ属の無性生殖研究の歴史

アマノリ属の生活史を明らかにするためには、その無性生殖即ち中性胞子（単胞子）の形成の有無・状態をも明らかにしなければならない。この無性生殖について第 I 報では詳しくのべなかつたので、こゝで之までの研究の概要をのべる。

---

1) 中性胞子形成について 1952 には IV 型は？(0.1mm 以内)，V 型は？と記されている。

アマノリ属の無性生殖について初めて詳しい報告を行つたのは Berthold (1881, '82) である。Berthold はナポリ湾で冬に *P. leucosticta* Thuret を採集し、濃・淡の雌・雄の縞をもつた普通の植物体の中にかゝる縞のない中性胞子を形成している体の存するのを見付けた。Berthold によるとこの植物体は縁辺に中性胞子を形成し、中性胞子形成の部分は栄養細胞と同様に一層の細胞からなる。胞子は細胞が体の表面に直角な分裂によつて 2～4 個に分れて形成される。胞子は有性胞子 (果胞子) よりいくらか大きく、内容は微粒状で明るい色をなし、色素体は淡赤色で有性胞子のそれより大きく且つよく裂けている。放出した中性胞子は暫くアメーバ運動をなした後、基質に附着して発芽する。発芽体は横の細胞分裂、続いて縦の細胞分裂を行いアマノリの幼体になる。しかしてこのような中性胞子だけを形成した個体は少く、大低は中性胞子と同時に精子嚢を形成して雄の縞を示すが、この雄の部分の細胞の多数或は少数が中性胞子を形成し、中には細胞の半分づつが精子と中性胞子に分れていることもある。これらの中性胞子は精子の附着がないこと、雌性細胞で見られるような突出部のないことによつて有性胞子と区別出来る。更にこのような精子嚢部と中性胞子嚢部を有する個体で中性胞子嚢部に雌性細胞の点在するもの，雌性細胞の混在が更に多くなつて中性胞子嚢が点在するもの，更に中性胞子嚢が全くなくなつて完全な有性体になつているものがある。春の採集では有性体だけしか見付からなかつた。

Rosenvinge (1909) はデンマークの北岸で 1907 年の寒い夏に *P. leucosticta* Thuret の有性体の外に体の上縁辺に内容に富んだ細胞を有するあまり古くない植物体を見付け、之が中性胞子形成の無性体ではないかと述べている。

Dangeard (1931) はフランスの Roscoff で 12 月・10 月に中性胞子と思われるものを形成している *P. leucosticta* を採集したことを述べている。共に精子嚢を有する体であるが、12 月のものでは糸状発芽をする胞子とアマノリの幼芽として直接発芽する胞子が混つて放出され、その母細胞は 4 つに分れているものと分裂せずそのまゝ胞子を出しているものとがあつたこと及び 10 月のものでは母細胞は分裂せず そのまゝ胞子を放出し、胞子は直接発芽してアマノリの幼芽となつたことを報告している。

外国では以上の外、筆者の知る範囲内ではアマノリ属の無性生殖についての報告は殆ど見られないようである。Schmitz (1897), Oltmanns (1922), Hamel (1924), Fritsch (1945), Drew (1951) 等のアマノリ属の無性生殖についての記述も殆ど Berthold によるもののようである。

なお Hus (1902) はアマノリ属に於いて嚢果の間に“単胞子”が混ることが屢々見られると記しているが，その記載より見ると退化細胞と関係のあるものではないかと思われる。

我国では殖田 (1929)，日下部 (1929) の報告がアマノリ属の無性生殖についての最初の報告である。両氏によると故岡村金太郎博士が東京湾に於いて 1926 年 11 月初旬に、9 月に建込んだ篠のアサクサノリの幼芽 (殖田によるとその大きさは 2 分余) の先端に脱離細胞 (中性胞子) のあるのを見付けたのが最初の研究のようである。日下部は之を培養して之がアマノリの幼体となる中性胞子であることを確めた。殖田は翌 1927 年 7 月に東京湾金沢にてアサクサノリかマルバアマノリか不明の 2～3 分のアマノリを採集し、之が中性胞子を形成しているのを見付けた。之がアサクサノリは“夏ノリ”の状態で越夏するという考えのもとをなしたものである。そしてこの中性胞子を形成している腎臓形の葉体，放出した中性胞子及びその発芽体を図示している。またこのアマノリの中性胞子放出の水温を調べている。中性胞子の放出温度については日下部もマルバアマノリで実験し之を報告している。

続いて内藤 (1931) は東京湾の千葉県沿岸で 11 月下旬に 6～8 分の大きさの“海苔”から胞子が放出され、これがアマノリの幼芽として発芽したこと，6 月下旬～7 月上旬にかけて大きさ 1～5 分 (最大 1～2 寸) の中性胞子形成の“夏ノリ”を観察したことその他アマノリの無性生殖と関係のある事について報告している。

殖田 (1937) はアサクサノリの生活史研究に際して再び東京湾に於いて所謂夏ノリを調査し、アマノリ養殖の終了後 5 月半頃まで雌雄の生殖細胞が認められるが、6 月以降は体が著しく矮小となり、雌雄の生殖器官はなくなつて中性胞子の形成が見られること，この夏ノリは 8 月以降は急速に衰えること，外洋水に洗われる所に多いこと，縁辺に鋸歯のないアサクサノリと思われるものと鋸歯のあるマルバアマノリと思われるものが存し、前者は後者に比べて少いこと等を述べている。更に殖田は秋篠につく幼芽は先端細胞から中性胞子を放出

し、ために先端が切れていること，この中性胞子形成は 200μ～1mm の幼芽で 10 月上旬～ 11 月下旬に見られ、この間この中性胞子によつて幼芽が増加すること等について述べ、 之と関係して中性胞子形成の先端截形の長形の幼芽及び中性胞子の発芽体を図示している。

Kunieda (1939) は東京湾に於いて既述したように、アサクサノリをナガバ型とマルバ型の 2 群に分ち、後者に於いては 10月下旬～11 月上旬に 3～7cm の大きさで中性胞子を形成することを記している。

木下・渋谷 (1941, '42) は北海道有珠湾でスサビノリが夏にも存在し、秋まで続けて中性胞子を形成していることを述べ、之によつて殖田 (1929, '37) がアサクサノリで述べたと同様にスサビノリも所謂夏ノリの状態で越夏していると考えた。なお中性胞子は 9月～10月にも形成され、中性胞子形成の植物体の大きさは 2・3～10mm 或は 1～5cm あることを記している。

和田 (1941) は朝鮮南部でアサクサノリを調べ、夏期に中性胞子形成の植物体が存することを認め、更に中性胞子・果胞子の外に "分離細胞" なるものが存し、これも中性胞子・果胞子と同様に発芽してアマノリの幼芽になるとのべている。

既述したように須藤 (1950) は東京湾の "アサクサノリ" の型 1—4 に於いて、無性生殖の存在をのべ、夫々の無性生殖の時期・大きさをのべている。また新崎 (1952, '57) も伊勢湾・三河湾のアサクサノリの第 I—VI 型の各型に於いて中性胞子の形成をのべ、夫々の無性生殖体の大きさを記している。

その他岡村・恩田・東 (1920)，金子 (1933, '38)，川瀬 (1940) 等の報告にもアマノリの無性生殖に関係があると思われることがのべられている。

我国に於けるアマノリ属の無性生殖についての従来の研究は以上のように、 その殆どすべてが養殖アマノリを対象にしているが、その分類学的研究が十分でなく、 養殖アマノリの殆どをアサクサノリとして取扱つている場合が多く、更に第 I 報で筆者が述べたように、果胞子も中性胞子同様に直接発芽してアマノリの幼芽となり、果胞子の糸状発芽は異状発芽と考えられていたので可成りの混乱が見られ、 また断片的で系統的な無性生殖についての研究に欠けている。

なお最近 Tseng and Chang (1954, '55 a, b, c) は Tsingtao に於いて アサクサノリの生活史を調べ、コンコセリス期の存在，コンコセリス体の単胞子 "Conchospore" の形成・放出・発芽について筆者 (1953) と同様な結果を報告した。 Tseng and Chang はアサクサノリの生活史に関して次のようなことを述べている。Tsingtao ではアサクサノリの普通の型は 11 月～5 月に存し、有性生殖器官を形成するが、 6 月～11 月には 2・3mm～1・2cm の "dwarf type" として存在する。この dwarf type はアサクサノリの生育に不都合な高水温 (20～22°C 以上) のために生ずる形で、初夏にコンコセリス体から 放出される単胞子に由来し、以後はこの dwarf type に形成される中性胞子によつて秋まで存在する。即ちアサクサノリには普通の型の葉状体期とコンコセリス期が存在して生活環が形成されているが、その他に附属的な生活環として dwarf type が存在する。その外に Tseng and Chang はアサクサノリの普通の型では直接発芽してアマノリの幼芽になる胞子と糸状発芽をなす胞子が混在することがあること，和田 (1941) の "分離細胞" 等についても言及している。

松島湾に於けるアマノリの生育環境

松島湾に於ける実験・観察地点は **Fig. 1** に示した通りである。この松島湾の物理・化学的環境について概述する。これらの環境要因については Matsudaira and Iwasaki (1953)，佐野 (1955)，奥田・佐藤 (1955)，谷田・奥田 (1956) 等の研究がある。

地形

松島湾は本州東北部に位置し (凡そ北緯 38°20′，東経 141°5′)、太平洋岸に面する面積 40km² の小湾である。湾口部には宮戸島・寒風沢島・野々島・桂島・馬放島等の島があり、 鰐ケ淵水道・石浜水道・金島水道・代ケ崎水道等によつて外海と連絡している。 湾内は之等の水道を除いては浅く水深 1～3m である。澪筋も少いが、この澪筋を除いて、 湾内の大部分は疎密はあるがアマモが繁茂している。 海底は中位粒径 10μ 以下の

Fig. 1 松 島 湾
Matsushima Bay. ⊕ showing the localities of the observations and experiments.

微細な泥質で深い（奥田・佐藤）。淡水の流入する川としては東名運河・高城川・貞山運河があるが、その流量は少い。湾の南西部には塩釜港があり汚水の排出が多い。

水温・比重・pH・酸素量・栄養塩

これ等の水質は気温・降雨による変動大きく、また塩釜港・アマモ地帯等場所による差も大きい。

水温は過去5ケ年間の旬平均及びその年変動を **Fig. 2** に示した。7月・8月に高く、旬平均にして最高 26°C 位で、1月・2月に低く最低 2°C 位となつている。冬期・夏期には湾口部と湾奥部の差も大きい。

比重は水温と同じく過去5ケ年間の旬平均及びその年変動を **Fig. 2** に示した。12月～2月に高く旬平均にして最高 1.025 位となり、雨期の 6 月～8 月に低く最低 1.017 位となつている。

pH は比重と同様な季節変化があるが、降雨後には湾奥で最低 7.3 まで下り、まだアマモの多い所ではその繁茂盛期の3月～6月には 9 以上を示すことがある（谷田・奥田）。

溶存酸素量は飽和度にして 30～180 % の変動があるが、比重同様に冬期に多く夏期に少い（谷田・奥田）。

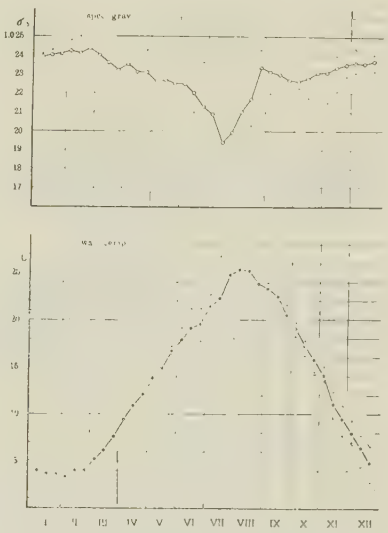


Fig. 2 松島湾の水温比重の累年旬平均とその年変動

Mean water temperature, specific gravity and their yearly changes every ten days during May, 1952 to April, 1957 in Matsushima Bay (measured at Katsura-jima at 7 a.m. and 5 p.m.).

硅酸塩は 100～4000～(5000) γ/l の変動があり、雨期の 6 月～ 8 月に多い (Matsudaira and Iwasaki, 谷田・奥田)。

燐酸塩 (p) は場所により 100～150 γ/l になることもあるが、普通は 50～70 γ/l 以下である。8 月～12 月に多く、1 月～3 月は極めて少くなる (Matsudaira and Iwasaki, 谷田・奥田)。

アムモニア態窒素は場所により 1000 γ/l 或はそれ以上になることもあるが、普通は 10～100 γ/l である。燐酸塩同様に 8 月～12 月に多く、1 月～3 月には極めて少くなる (Mastudaira and Iwasaki, 谷田・奥田)。

硝酸態窒素・亜硝酸態窒素は降雨期に多くなる傾向があり、場所によって前者では最高 820 γ/l, 後者では 84 γ/l になることもあるが、年間を通じて余り多くなく、普通は夫々 30～50 γ/l 以下 (屢々 10 γ/l 以下)、10～20 γ/l 以下 (屢々 5 γ/l 以下) である (谷田・奥田)。

なお谷田・奥田の調査資料より、松島湾の燐酸塩・アムモニア態窒素・硝酸態窒素の季節的変化を、湾口部の金島水道，アマモ地帯の石浜地先及び汚水の影響の強い塩釜港の 3 地点を選んで **Fig. 3** に示した。

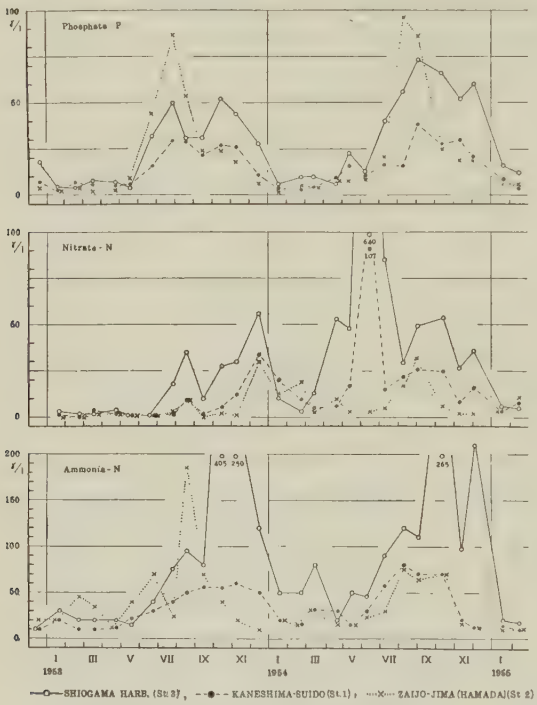


Fig. 3 松島湾に於ける栄養塩の季節的変化
Seasonal changes of nutrient salts (Phosphate-P, Nitrate-N and Ammonia-N) in Matsushima Bay (from data of Tanita and Okuda 1956).

潮流

湾内の潮流は第二管区海上保安本部 (1953 年 11 月) によつて調査されている。これによると上潮時の潮流の方向は **Fig. 4** の通りである。下潮時も殆ど同じ経路を通つて湾外にはきだされる。上潮・下潮の潮流は金島水道・石浜水道に於いて最も優勢である。流速は金島水道で上潮 0.5～0.6 kt, 下潮 0.47 kt、石浜水道で上潮 0.5～0.75 kt, 下潮 0.8～1.25 kt となつている。湾内の水深 2.5～3.0 m の所では 0.55 kt 以下、2m の所では 0.3 kt 以下、1m では 0.1kt 以下と次第に減速している。

潮汐及び簀網張込潮位とその干出時間

アマノリの多くは潮間帯に生育し、またアマノリの養殖は潮間帯の或る潮位に簀網を張つて行われる。従つて該地の潮汐の性質、アマノリの生育帯或は簀網張込み潮位の干出時間はアマノリ生育の一つの大きな環境要因になる。

潮汐

松島湾の潮汐は近くの鮎川湾 (中央気象台の検潮所の所在地) を標準とすることが出来る。鮎川湾に対する松島湾の潮高比・潮時差は海上保安庁：潮汐表 (1952) によると湾奥の塩釜に於いて夫々 1.13、+5 分、湾口の石浜に於いて 1.09, +5 分となつている。

鮎川湾の潮汐は日潮不等がやゝ顕著で、夏・冬は大潮に、春・秋には小潮に大きい日潮不等がある。また春秋の小潮には 1 日 1 回潮になることがある。1953～'54 年の実測潮汐を代表的なそしてアマノリの養殖とも関係のある 9 月・12 月・3 月・6 月の時期を選んで **Fig. 5** に示した。

潮位実況は潮位表 (1953) によると **Fig. 6**, **7** の通りである。累年の平均潮位は鮎川検潮所 D. L. 上 1.52

Fig. 4 松島湾の潮流

Tidal current in Matsushima Bay, indicating flood current (from "SUIRO GEPPO" Vol. 5, No. 1, 1954, Second Reigional Maritime Safety Headquaters).

m (潮位表 1953 D. L. 上 0.884 m，東京湾中等潮位上 0.060 m) となつているが、月平均潮位は 4 月が最低に、9 月が最高になつている。しかしてこゝ数年来の実測年平均潮位は気象要覧 (1951～'56) によると **Fig. 7** のように上記の潮位より 12・3cm 高くなつている。月平均潮位も 2・3 月が最低に、8 月・10 月が最高になることもある。

朔・望の平均潮差は **Fig. 6** によると 1.451 m になるが、気象要覧 (同上) によると大凡 1.30～1.70 m である。その差は 12 月，5・6 月に大きく、3・4 月，9 月に小さい。また朔望に於ける低潮は 12 月は夜間に、6 月は逆に昼間に大きく、3 月・9 月は昼夜間の低潮の差が略々等しくなる。

簀網張込潮位とその干出時間

塩釜地先に網簀の張込潮位を示した検潮柱が業者によつて建てられている。この張込潮位は業者の経験によつて得られたものである。筆者の 1951 年以来のアマノリ養殖の諸実験もこの潮位を基準にして行つてきた。この潮位を水準測量によつて東京湾の中等潮位に移し、更に鮎川湾の潮位に移して見ると、東京湾中等潮位上 0.448 m，鮎川検潮所 D. L. 上 1.909 m，潮位表 (1953) D. L. 上 1.272 m となる。しかして塩釜と鮎川では前記したような潮高の差があるので、之を考慮に入れると鮎川の潮位表 (1953) D. L. 上 1.125m (検潮所 D. L. 上 1.762 m) に相当する所が前記の網簀の張込潮位になる。最近鮎川でもアマノリの養殖が行われるようになつたが、略々これと同じ潮位が基準になつている。

この張込潮位は潮位表 (1953) の累年平均潮位上 24.1 cm、アマノリの種付時期の 9 月・10 月の月平均潮位上夫々 14.9 cm，16.8 cm となつているが，1953 年の実測潮位 (気象要覧 1953) と比較して見るとこの潮位は

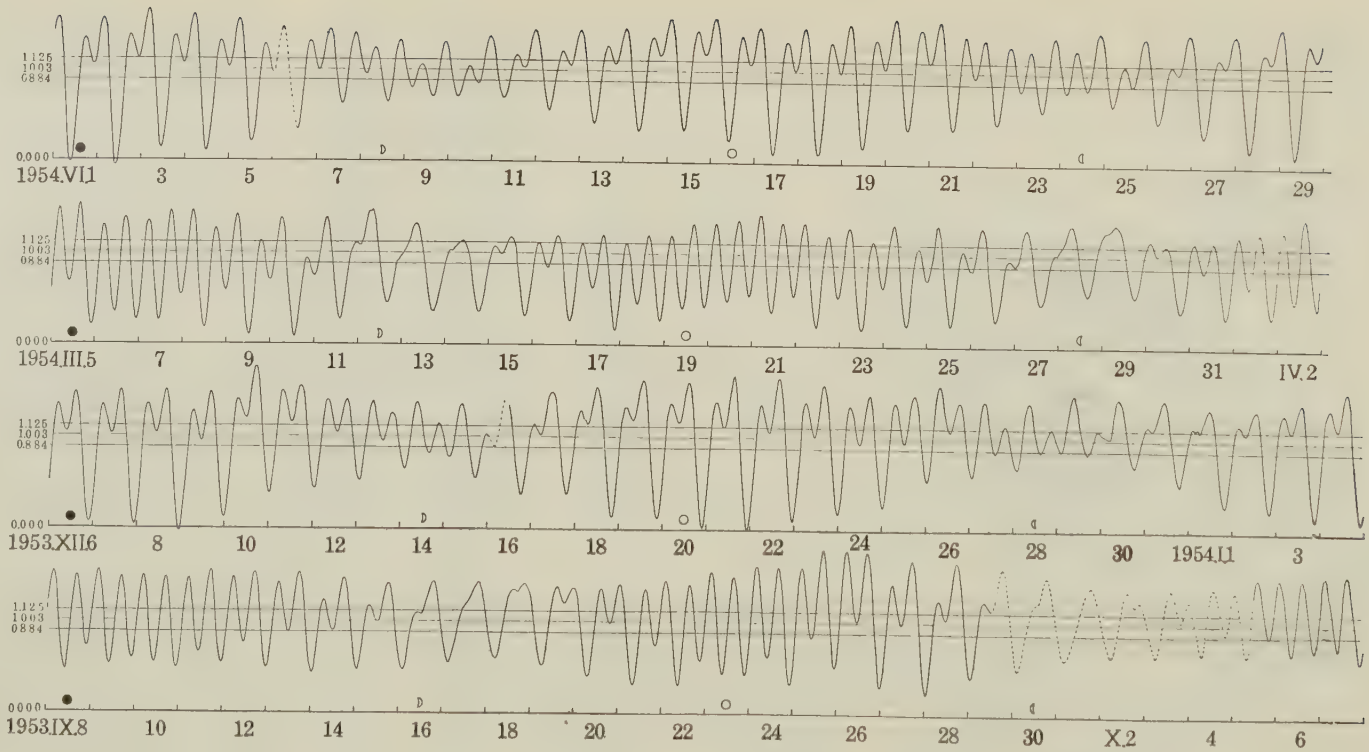


Fig. 5 鮎川湾の実測潮汐

Actual tide at Ayukawa Bay (1953～'54).

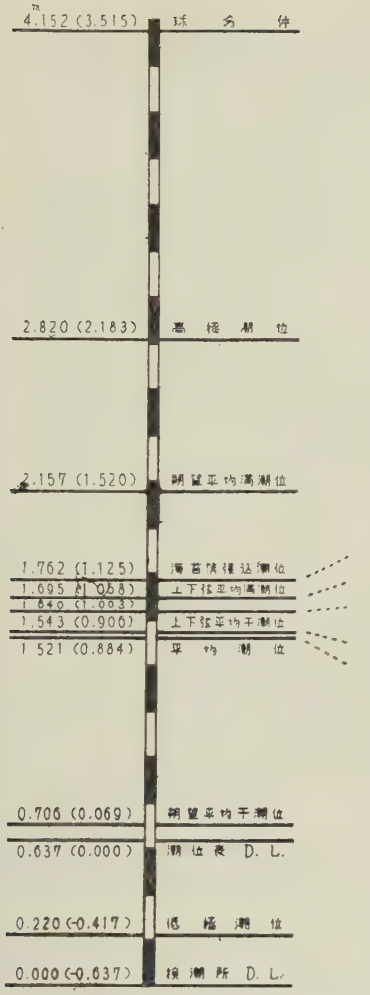
Water level being a height above D.L. of Tide Table (1953).

0.884–predicted mean water level in the Tide Table.

1.003 - actual mean water level in 1953.

1.125–spreading level of "hibi" of *Porphyra*-cultivation.

Tides indicated by dotted lines lack measurement, they are figured on Tide Table (1953 and '54) after considering the difference of mean water levels between the Tide Tables and actual survey.



Bench mark
(2.691m above mean water level of Tokyo Bay)

Highest tide (1951, X, 15, 15h·39m)

Mean high water level at spring tide

Spreading level of "hibi" of *Porphyra*-cultivation
Mean high water level at neap tide
Actual mean water level in 1953

Mean low water level at neap tide
Mean water level

Mean low water level at spring tide
Datum level of Tide Table (1953)

Lowest tide (1945, VI, 11, 10h·30m)

Datum level at Ayukawa Station of Tide Observation

Fig. 6 鮎川湾の潮位実況
Real condition of tide in Ayukawa Bay during 1934 to' 51, according to Tide Table (1953).

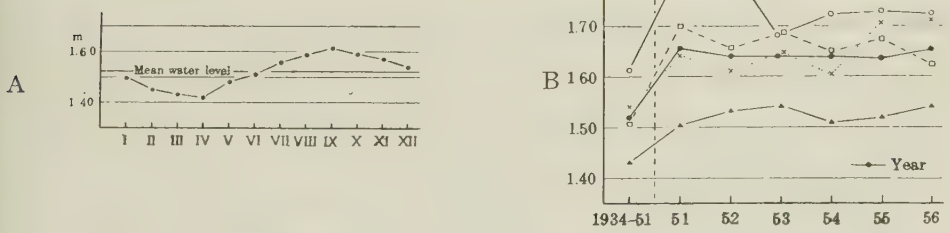


Fig. 7 鮎川湾の平均潮位の月変化 (A) と 過去5ケ年の月年平均潮位の変動 (B)
A Monthly change of mean water level in Ayukawa Bay during 1934 to '51, according to Tide Table (1953). B Changes of monthly and yearly mean water level for the past six years in Ayukawa Bay, according to "KISHO YORAN" 1951–'56 and Tide Table (1953).
Water level being a height above D.L. of Ayukawa Station of Tide Observation.

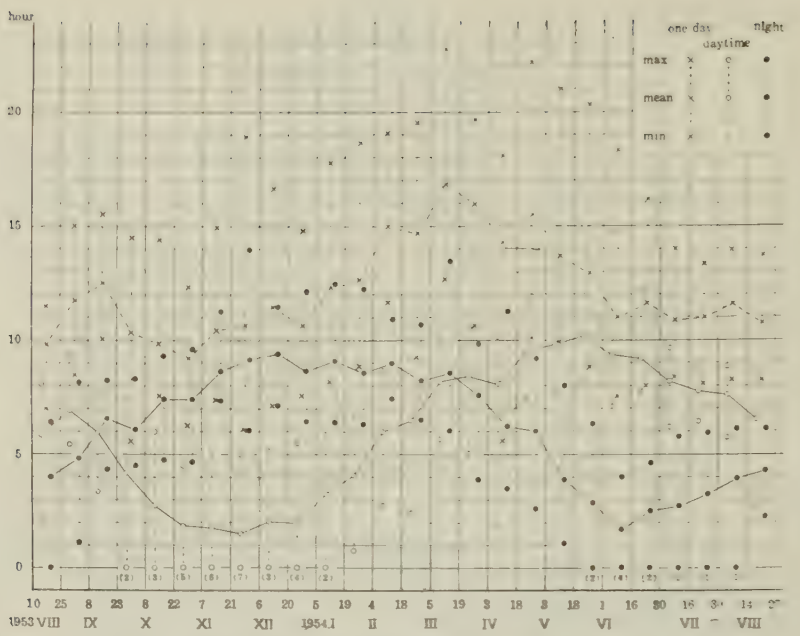


Fig. 8　海苔簀張込潮位の実測干出時間，1潮毎の平均を示す

Actual exposure time at the water level of "hibi" of *Porphyra*-cultivation (1.113m above D.L. of Tide Table 1953), representing a mean per one day every half a lunar month.
Daytime and night being separated at sunrise and sunset.
Numerals within bracket being the number of unexposed days for half a lunar month.

年平均潮位上12.2 cm、9 月・10 月の月平均潮位上夫々 7.9 cm，2.7 cm 高くなつている。なおこれを 1951～'56 年の間の実測潮位と比べて見ると、年平均潮位より 10.7～12.5 cm 高く、9 月・10 月の月平均潮位とは夫々等しく、月平均潮位の下 8 cm，上 5.8 cm の間で変化している。

網簀の張込適潮位は潮汐の年変動或はその他の要因によつて必ずしも一定せず、また種付期と育成期とに差が見られるが、種付期の 9 月・10 月には前記の潮位或はそれより 10 cm 位上までの干が、また育成期の 1 月以降は上記の潮位から 20 cm 位下までの範囲が普通である。この潮位即ち潮位表 (1953) D. L. 上 1.125 m 及びその上下 10cm に於ける干出時間を 1953～'54 年に鮎川検潮所で実測した検潮グラフによつて計算した結果を **Table 1, Fig.8, 9** に示す。なおこの計算は便宜上潮位表 (1953) D. L. 上 1.113 m（検潮所 D. L. 上 1.750 m）とその上下 10 cm で行つた。

この潮位 1.113 の干出状況を朔から望の前日或は望から朔の前日までの 1 潮を 1 期として季節的に見ると **Table 1**. **Fig. 8** のように 1 日平均の干出時間は 3 月 (2 月～4 月) に最も多く、7 月～12 月に少い。之を昼夜別（日出・日没を以て区分）にして見ると、昼間の干出は 3 月～6 月に多く、11 月～12 月に少い。夜間の干出は 11 月～3 月に多く、5 月～7 月に少い。9 月・3 月は昼夜間の干出が略々等しくなる。平均潮位の低い 2 月～4 月は昼夜間の干出共に多く、また 1 日としても多くなつている。各潮別の最大・最小干出時間及び無干出日数は図表に示した通りである。なお **Table 1** には1仮潮を単位とした干出時間をも計算して見た。

次に 1 潮内の日々の干出状況について見ると **Fig. 9** の通りである。1 日間の干出は 12 月・6 月には小潮に多い傾向が現われる。昼夜別にして見ると、9 月は平均として夜間の干出が昼間の干出よりやゝ多くなつて来ているが、昼間の干出は小潮の前に少い。12 月は夜間の干出が昼間の干出より常に多く、昼間の干出は大潮に少く小潮に多くなる。3 月は平均としては可成昼夜の干出が略々等しくなつてきているが、大潮の後に夜間の干出が少くなる傾向がある。6 月は 12 月とは逆に昼間の干出が夜間より常に多く、夜間の干出は大潮に

Table 1. 海苔簀張込潮位（潮位表 1953 D.L. 上 1.113m）及びその上下 10cm (1.013m, 1.213m) に於ける実測干出時間

Actual exposure time at the water level of "hibi" (net) of *Porphyra*-cultivation (1.113m above D.L. of Tide Table 1953) and the levels above and below 10cm (1.013m, 1.213m)

season	tide level	unit : one day												unit : one low tide							
		one day				day time				night				one low tide				daytime		night	
		mean	max.	min.	n. of unexposed days	mean	max.	min.	n. of unexposed days	mean	max.	min.	n. of unexposed days	mean	max.	min.	n. of unexposed days	max.	min.	max.	min.
	cm	h m																			
1953 Sept. 8～22	101	10.16 (12.54)	13.37 (16.30)	7.27 (11.30)	0 (0)	4.44 (6.28)	7.35 (11.00)	0 (4.00)	1 (0)	5.32 (6.26)	7.27 (8.30)	2.10 (4.30)	0 (0)	5.42	9.47	0	4	7.35	0	7.55	1.37+
	111	12.32	15.27	10.03	0	5.57	7.40	3.20	0	6.35	8.15	4.18	0	8.56	11.55	0	2	+ 7.40	0.18+	8.35+	0.40+
	121	15.06	18.19	11.30	0	7.48	9.36	6.12	0	7.18	9.26	4.50	0	8.24	18.10	0	1	+ 9.27	0.53+	9.59	1.08+
Sept. 23 ～Oct. 7	101	8.21 (12.52)	12.08 (16.00)	4.48 (10.00)	0 (0)	3.22 (5.26)	6.35 (8.30)	0 (2.30)	2 (0)	4.59 (7.26)	7.35 (8.30)	2.00 (6.00)	0 (0)	4.47	11.30	0	6	6.35	0	8.30	0.30+
	111	10.17	14.30	5.30	0	4.12	7.30	0	2	6.05	8.17	4.30	0	5.52	14.30	0	5	+ 7.30	0	9.07	1.30+
	121	13.14	17 00	9.40	0	5.54	9.00	3.30	0	7.20	10.00	6.00	0	7.33	17.50	0	2	+ 9.00	+1.30	9.30+	1.30+
Dec. 6～19	101	8.44 (13.12)	14.51 (19.00)	6.25 (10.30)	0 (0)	0.52 (2.23)	3.15 (6.30)	0 (0)	7 (2)	7.52 (10.49)	11.47 (13.30)	6.25 (9.30)	0 (0)	4.32	9.11	0	9	3.15+	0	9.33	+2.15
	111	11.29	18.30	7.10	0	2.04	4.30	0	3	9.25	14.00	7.10	0	5.57	11.00	0	5	4.03+	0	+14.00+	3.00
	121	14.10	19.38	8.03	0	3.24	5.38	0	3	10.46	14.00	8.03	0	7.21	20.05	0	4	5.25	0	+14.00+	+1.15
1954 Dec. 20 ～Jan. 4	101	8 24 (14 22)	11.05 (19.30)	5.46 (10.00)	0 (0)	1.11 (2.50)	4.20 (6.00)	0 (0)	7 (1)	7.13 (11.32)	8.00 (14.00)	5.46 (10.00)	0 (0)	4.38	10.03	0	10	4.20	0	8.45	+1.20
	111	10.40	14.47	7.35	0	2.02	5.30	0	4	8.38	12.10	6.25	0	5.53	10.55	0	6	5.30+	0	9.30	+1.05
	121	14 16	18.55	7.50	0	3.25	5.50	0	2	10.51	14.00	7.14	0	7.52	19.28	0	2	5.50+	0	+14.30+	2.30+
Mar. 5～18	101	13.35 (19.34)	17.10 (23.00)	9.50 (17.00)	0 (0)	6.55 (10.02)	9.10 (11.00)	3.00 (8.00)	0 (0)	6.40 (9.32)	8.45 (12.00)	4.35 (8.00)	0 (0)	7.37	13.25	0	2	9.10+	0.45+	+ 7.50	0.50+
	111	16.43	20.35	12.42	0	8.08	9.57	5.40	0	8.35	12.00	6.00	0	9.22	19.29	0	1	9.57	1.17+	+12.25	1.50+
	121	19.42	24.00	13.58	0	9.31	12.00	6.15	0	10.11	12.00	7.15	0	11.02	48.58	6.15	0	+12.00+	2.10+	+12.00+	7.20
Mar. 19 ～Apr. 2	101	13.33 (20.06)	18.00 (23.30)	9.45 (18.30)	0 (0)	7.31 (10.12)	10.00 (11.30)	4.25 (9.00)	0 (0)	6.02 (9.54)	8.55 (12.00)	2.45 (8.00)	0 (0)	7.18	17.15	0	2	10.00	1.45+	+ 8.10	+2.35
	111	15.59	19.40	10.40	0	8.24	10.30	5.00	0	7.35	9.47	3.55	0	8.34	20.00	6.37	0	10.30+	0.40+	+ 9.48	1.37+
	121	19.08	22.38	12 30	0	9.48	12.00	6.30	0	9.20	11.02	6.00	0	10.15	23.10	8.15	0	+12.00	0.40+	+ 10.42	0.40+
June. 1～15	101	8.37 (14.16)	12.30 (18.00)	6.10 (11.00)	0 (0)	7.57 (11.52)	9.35 (14.30)	5.30 (10.30)	0 (0)	0.40 (2.24)	3.20 (5.00)	0 (0)	10 (1)	4.28	9.05	0	12	9.05	+2.13	3.20+	0
	111	11.00	18.19	7.31	0	9.20	14.30	7.05	0	1.40	4.00	0	4	5.41	18.19	0	6	+14.30+	1.35	4.00	0
	121	14.34	19.55	9.55	0	10.57	14.30	8.07	0	3.37	5.25	0.40	0	7.32	20.35	0.40	0	+14.30+	+0.38	5.30	0.40
June. 16～29	101	8.57 (12.30)	11.25 (16.30)	7.05 (11.00)	0 (0)	7.37 (10.20)	9.10 (12.00)	5.08 (8.00)	0 (0)	1.20 (2.10)	4.20 (4.30)	0 (0)	7 (2)	6.38	9.30	0	9	9.10	+0.55	4.20	0
	111	11.37	16.08	8.00	0	9.07	12.15	7.42	0	2.30	4.35	0	2	6.01	11.35	0	4	10.00	+1.40	5.20	0
	121	14.47	18.56	11 20	0	10.46	14.48	8.40	0	3.58	5.40	1.50	0	7.39	18.56	0.40	0	+14.48	1.10+	6.25+	0.40

Numerals within brackets under the water level 1.01cm showing the predicted exposure time according to Tide Tables (1953 and '54).

Daytime and night are separated at sunrise and sunset.

+ indicating the case that the exposure at a low tide is separated at sunrise and sunset,

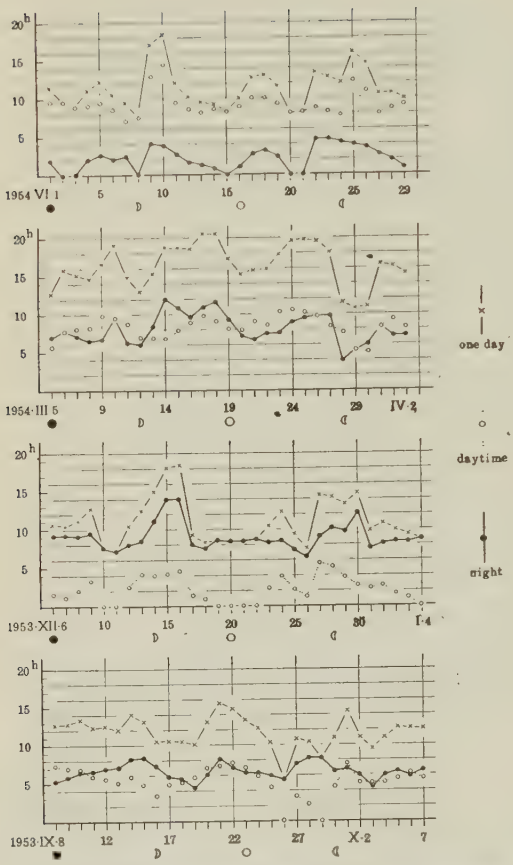


Fig. 9 海苔簀張込潮位に於ける日々の実測干出時間

Actual dialy exposure time at the water level of "hibi of *Porphyra*-cultivation (1.113 m above D.L. of Tide Table 1953)

For daytime and night see Fig. 8.

少く、小潮に多い。

この潮位 1.113 m の上下 10 cm の干出状況は、季節的変化は略々同様であるが、干出時間は 1 潮の 1 日平均を見たとき 2 時間3分～3 時間 30 分位、昼夜別にして夫々5分 ～2 時間位上で多く、下で少くなつている。しかし下の潮位 1.013 m との差よりは上の潮位 1.213 m との差が大きいようである。1 潮内の変化も略々似た変化を示すが、日々の 1.113 m との差は一定していない。また 1.013 m では 12 月・6 月に 1 日間の干出が小潮に多くなる傾向が不顕著になる。昼夜共では 1.213 m で 12 月の昼間の干出及び 6 月の夜間の干出が小潮に多くなることが不顕著になり、また 1.013 m では 9 月の小潮の前に昼間の干出の少くなること及び 3 月の大潮の後に夜間の干出の少くなることがより顕著になる。

なお上記のような潮位 1.113 m の干出状況は潮位表 (1953) では潮位 95 cm 位の所で得られるようである。この差は潮位表の推定値より実測値が前記したように年平均にして 1.cm 位潮位が低くなつていること及び潮位表からでは実測検潮グラフに見られるような振幅を示すことが出来ないためである。しかして累年の観測結果から得られた潮位表によると、前記したような干出の季節的変化及び潮内の変化の特徴は実測したものより綺麗に出る。

アサクサノリ

Porphyra tenera Kjellm.

(Plate II-VIII)

1897, p. 20, T. 1, Fig. 6, T. 4, Fig. 2-5, T. 5, Fig. 22-26; Okamura, 1900, Pl. 9; 1916, p. 7; Ueda 1932, p. 20 (in part). Pl. I, 4, 12, Pl. III, 14, Pl. IV, 1-10, Pl. XIV, 2, 3, Pl. XV, 1-3, Pl. XVI, 1-2, excl. Pl. XIV, 3, Pl. XV, 3(?) and Pl. XVI, 2(?); Kunieda, 1939, p. 378, Pl. XXV XXXIV (in part), excl. round type; Suto, 1950, p. 649 (in part); Takamatsu, 1936, p. 19; Tanaka 1952, p. 51 (in part), Pl. 10-11, excl. Pl. 10-2 and Pl. 11-2, 3(?)

性　質

体は長楕円形乃至楕円形，時に 線状或は卵形をなす，多くは下部に或は上下部共に狭く、時に上部のみに

ノ、先端は鈍形、基部は楔形乃至円形、時に心臓形をなす、縁辺波皺す、長さ (5)～7～25～(50) cm, 幅 (1)～2～5～(10) cm あり，長さは幅の (1)～2～6～(15) 倍あり，体の上部は赤褐色を呈し、下部は青緑色を示す；体は全縁にして顕微鏡的鋸歯なし、一層の細胞よりなる、中央部にて 27.5～35μ 厚し；細胞は不規則な三角・四角或は多角形をなし、不規則に配列す，体の中央部にて長径 (9)～15～25～(35) μ，短径 (8)～11～18～(23) μ あり，断面にて四角形をなし、高さは幅より大きいか或は略々等しい，色素体は中央に 1 個存し、放射状に腕を出して星状をなす，基部細胞は卵形乃至楕円形にして大きく、仮根を出す，仮根は無色にして隔壁なく、3～5μ 太し；雌雄同体なるも屢々雄体を有す (androdioecious)，雌雄同体のものは体の両縁に幅 1～2 mm の細長い雄斑を形成し、上縁辺及び両縁の雄部の内方に雌部を有す、雌部には屢々肉眼的或は顕微鏡的小区画の雄部を内在し、時に飛白状を呈することあり；精子嚢は長径 15～25μ，短径 12～18μ，この部分の厚さ 27.5～35μ あり，a/4, b/2～4, c/4～(8) の分裂様式を示し、普通 32～64 時に 128 の精子を形成す，精子は直径 3.5～5μ あり，淡黄緑色の板状の色素体を有し殆ど無色なり；嚢果は長径 15～25μ，短径 12～18μ，この部分の厚さ 30～37.5～(40) μ あり，a/2, b/1～2, c/2～(稀に 4) の分裂様式を示し、普通 4～8 稀にそれ以上の果胞子を形成す、果胞子は小顆粒状物質に富み、中央に塊状或は腕の短い星状の色素体を有す，直径 (10)～11～14～(18) μ あり；秋期に幼芽の時代に中性胞子を形成して無性生殖を行う。

観察材料と方法

本植物の形態・生態の観察は 1951 年以降松島湾の各地に於いて、筷・支柱竹・杭或は岩に着生せるものによつて行つた。出現・生長・消失の状態及び生殖器官形成の経過の詳細な観察は 1951 年 9 月 15 日から 10 月 5 日まで毎日、以後 1952 年 5 月 19 日まで半月乃至 1 ケ月毎に (10 月 9 日，16 日，11 月 2 日，16 日，12 月 3 日，19 日，1 月 16 日，30 日，2 月 12 日，3 月 3 日，17 日，29 日，4 月 17 日，5 月 2 日，19 日) 筷を建込んで行つた。建込場所は塩釜湾の一匹島地先である。使用した筷は篠竹 (長さ 120cm，直径 1cm) 6 本を 15cm 間隔に簾式に編んだものである。建込は前記せる潮位を基準にして水平に張つた。しかし 11 月 16 日以降はアマノリの附着水位の変化を考慮して垂直に張つた。

観察は殆どすべて生の材料によつて行つた。スケッチ・顕微鏡写真も同様である。

形態の観察

体形と栄養器官

体の形は普通長楕円形乃至楕円形を示すが、長さが幅の 15 倍或はそれ以上ある細長いものも稀ではない。時に卵形のものも見られる。これらの形はその老若によつて変化が見られ、また出現時期或は生育環境によつても差が見られるようである。

老成したものは若いものより一般に幅の広い形を示す。また若い未熟のものは先端が截形をなすものが多いが、老成するにつれて円くなる。

出現の早いものは遅いものに比べて一般に幅の広い形をとる傾向がある。そしてその形は出現の早いものでは体の上部で幅広く、下部で狭くなつているものが多いが、出現時期が遅れるに従つて中央部近くで幅広く、更に遅くなると中央部或は下部で幅広くなつてくる。また未熟体或は成熟し始めのものを見ると、早期出現のものはその先端が截形をなすものが多いが、後期のものでは截形をなすことが少く或は截形とならない。

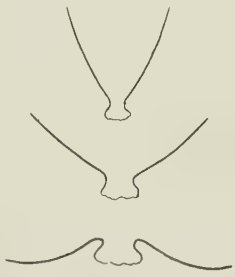


Fig. 10 アサクサノリの基部の形
P. tenera, shapes of the base.

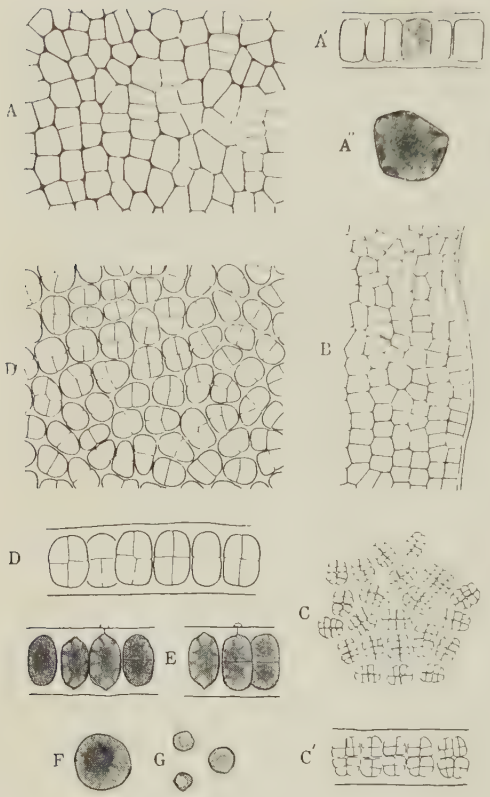


Fig. 11　アサクサノリの栄養細胞と有性生殖器官

P. tenera, vegetative cells and sexual reproductive organs. A, A′, A″ vegetative cells in the middle part of thallus, B the same in the marginal part, C, C′ antheridia, D, D′ cystocarps, E female cells connecting with spermatia, F carpospore, G spermatia, H upper basal cells, I, I′ middle basal cells. A-D, A″, H-I, I′ surface view, A′, C′, D′, E cross section, A-D, A′, C′, D′, E × 290, A″, I′ × 690, F, G × 700.

The material 9 × 1.8 cm in size, with broadly cuneate base, collected on Dec. 7, 1954 at Koma-jima.

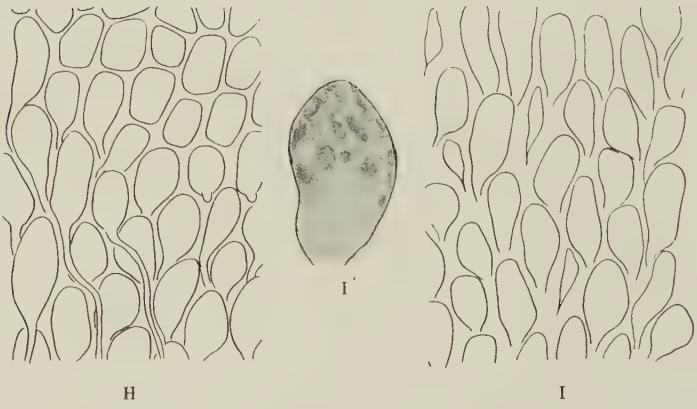


Fig. 12　アサクサノリ (Fig. 11 の続き)

P. tenera (continued, for the description see Fig. 11).

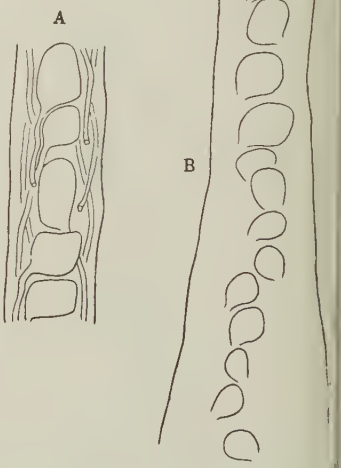


Fig. 13　アサクサノリの基部の縦断面

P. tenera, longitudinal section of the base. A upper part, B lower part. × 290

この出現時期による形の差を、1951 年の簀建試験によつて得た資料によつて比較して見ると **Table 2, Fig. 14, 15** の通りである。**Table 2** は建込後 1 ケ月目に各簀から簀竹 2 本づつを採り、夫々 10cm の範囲 2 ケ所計 4 ケ所を選び、建込後間もなく附着したと思われる 0.5～1 mm 以上の大きさの幼芽を大きいものから各個所 30 個体（附着の少いものはそれ以下）づつをとつて調べたものである。但し 10 月 9 日，16 日，11 月 2 日建込みの簀では簀竹 1 本（長さ夫々 70cm，50cm，80cm）の全範囲で調べた。**Fig. 14** はこれらの中附着の多かつた 9 月 18 日，10 月 4 日のものをとつて図示したものである。これによると 9 月 15 日～23 日には幼芽の長/幅は 1～2 乃至 2～3 が多く、9 月 24 日～10 月 5 日には 2～3 乃至 3～4 が多く、更に 10 月 9 日，16 日，11 月 2 日には 3～4，4～5 或は 5～6 が多くなり、建込みの早い簀でそして附着の多い簀（後述参照）で幅広く、遅い簀或は附着の少い簀で細くなつている傾向が見られる。

Fig. 15 は 9 月 18 日，10 月 3 日建込みの簀竹を夫々 1 本（長さ 80cm）づつ、11 月 5 日（48 日後），11 月 27 日（54 日後）に採取し、これより大きいものから 60 個体を選び調べたものである。**Table 2** の 1 ケ月後の幼芽の形と比較すると、その長/幅は 9 月 18 日のものでは殆ど変らず、10 月 3 日のものではより大きくなつているが、何れにしても 9 月 18 日のものが 10 月 3 日のものより幅広い形をしている。

この出現時期の違いによる体形の差については幼芽の時代に無性生殖を行つたか否か 或はその強弱と密接な関係をもつているようである（後述参照）。なお栄養分に富む所ではしからざる所より幅が広いようである。これも幼芽の時代に於ける無性生殖の強弱と関係があるようである。 松島湾に於いては塩釜地先と駒島等の湾口部とにこの差が見られる。

Table 2. 建込日別のアサクサノリ幼芽の 1 ケ月後に於ける形（長/幅）の比較

P. tenera, shape(length/breadth)of buds on"hibi" spread on different dates one month after the spreading. (cf. Table 6)

Spreading date of "hibi"	Observed number[1)]	length/breadth										dimension (length × breadth) in mm
		0～1	1～2	2～3	3～4	4～5	5～6	6～7	7～8	8～9	9～10	
1951		%										
Sept. 15	120	0.8	14.2	48.3	18.3	12.5	4.2	1.7	0	0	0	0.8～ 7.9×0.3～2.3
16	113	0	24.8	40.7	19.5	8.8	3.5	0.9	0.9	0.9	0	0.6～13.2×0.2～2.4
17	120	0	15.8	45.0	20.8	10.0	5.8	0.8	1.7	0	0	1.1～19.4×0.3～3.2
18	121	0.8	27.4	31.4	23.1	9.9	4.1	0.8	0.8	0.8	0.8	1.9～19.7×0.5～4.6
19	121	0	36.4	38.0	14.0	2.3	5.8	3.3	0	0	0	1.2～21.0×0.3～4.8
20	116	6.0	54.3	27.6	7.8	2.6	1.7	0	0	0	0	0.9～ 8.7×0.4～3.5
21	120	9.2	53.3	19.2	10.8	3.3	3.3	0.8	0	0	0	1.3～17.9×0.3～5.6
22	44	2.3	50.0	18.2	4.5	4.5	4.5	2.3	2.3	11.4	0	1.0～ 6.4×0.3～3.2
23	23	8.7	47.8	43.5	0	0	0	0	0	0	0	1.1～ 6.9×0.5～3.6
24	13	0	7.7	30.8	46.2	7.7	7.7	0	0	0	0	0.7～ 2.2×0.1～0.6
25	13	0	15.4	23.1	53.8	7.7	0	0	0	0	0	1.0～ 2.1×0.3～0.7
26	17	0	5.9	35.3	41.1	17.6	0	0	0	0	0	0.9～ 2.3×0.3～0.7
27	24	0	12.5	45.8	25.0	8.3	4.2	4.2	0	0	0	1.1～ 2.9×0.3～1.3
28	23	0	0	43.5	39.1	13.0	0	4.3	0	0	0	1.4～ 3.1×0.3～1.0
29	27	0	7.4	55.6	22.2	11.1	0	3.7	0	0	0	1.3～ 5.0×0.5～1.3
30	40	0	2.5	42.5	40.0	10.0	2.5	2.5	0	0	0	1.3～ 3.9×0.4～1.6
Oct. 1	44	0	13.6	34.1	31.8	15.9	4.5	0	0	0	0	1.6～ 6.4×0.4～3.5
2	36	0	8.3	50.0	27.8	13.9	0	0	0	0	0	1.5～ 4.4×0.5～1.9
3	44	0	11.4	38.6	31.8	13.6	4.5	0	0	0	0	1.6～ 5.1×0.4～1.8
4	121	0	9.9	52.9	24.8	10.7	0.8	0.8	0	0	0	2.0～10.4×0.7～3.8
5	120	0	4.2	23.3	41.7	16.7	10.0	0.8	2.5	0.8	0	3.0～11.1×0.7～2.9
9	22*	0	0	18.2	27.3	13.6	27.3	13.6	0	0	0	0.8～ 5.7×0.2～0.9
16	31**	0	0	16.1	25.8	29.0	22.6	6.5	0	0	0	1.3～ 4.0×0.3～1.5
Nov. 2	36***	0	2.8	8.3	66.7	16.7	5.6	0	0	0	0	1.3～ 3.4×0.4～1.2

1) Longer buds than 0.5～1.0mm were sampled within 120 in number from 40cm in length of bamboo of "hibi" (* from 70cm, ** 50cm, *** 80cm)

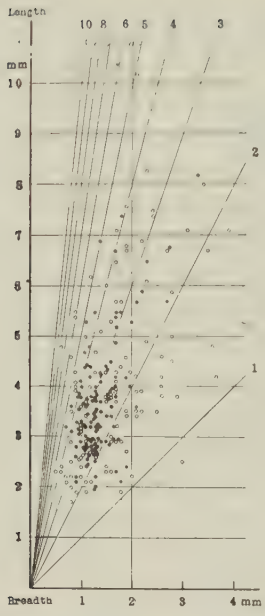


Fig.14 1951年9月18日及び10月4日建込簀の1ヶ月後に於ける アサクサノリの 幼芽の形（長/幅）の比較

P. tenera, shape (length /breadth) of buds on "hibi" spread on Sept. 18 (o) and Oct. 4 (•), 1951 one month after the spreading (cf. Table 2).

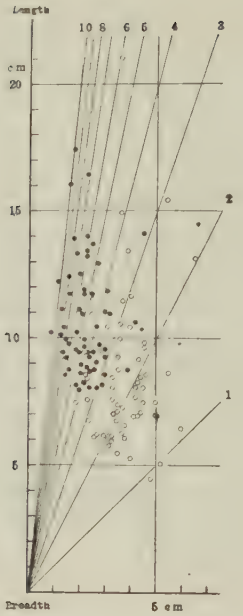


Fig. 15 1951年9月18日及び10月3日建込簀のアサクサノリの成体の形（長/幅）の比較

P. tenera, shape (length /breadth) tof adul plants on "hibi" spread on Sept. 18 (o) and Oct. 3 (•), 1951.

The plants of Sept. 18 collected on Nov. 5 (48 days after the spreading), those of Oct. 3 on Nov. 27 (54 days after).

Larger plants sampled from 80 cm in length of bamboo of "hibi.

Table 3. アサクサノリの体の各部に於ける細胞の大きさと体の厚さ

P. tenera, dimension of vegetative cells and thickness of thallus in the different parts.

part of thallus	dimension of cell (μ) (surface view)	thickness of thallus (μ)
middle part	(11.5)～16～21～(25) × (8)～9～16	28～31.5
marginal part	10～14 × 6～11.5	21
basal part (with rhizoid)	(16)～23～35 × (9)～16～23	38.5～42 (87.5 at the base)

The material 10cm long, 2.2cm broad, with cuneate base, collected on Dec. 7, 1956 at Koma-jima.

Cystocarps and antheridia of nearly equal size to vegetative cells in the middle part of thallus.

Table 4. アサクサノリの若い未熟体の中央部に於ける細胞の大きさと体の厚さ
P. tenera, dimension of vegetative cells and thickness of thallus in the middle part of a young sterile plant

dimension of cell (μ) (surface view)	thickness of thalls (μ)
9～16×8～12	25

The material elongated elliptical, with round base, 3.5cm long, 0.6cm broad, collected on Nov. 22, 1957 at Hitsuke-jima.

波浪のある所或は潮流の強い所では体は長さ 10～25 m 位が普通であまり大きくならない、また波皺が著しい。静隠な所では波皺少く、1月・2月になると 1m を超える大きさのものも見られる。松島湾では塩釜港附近を除いて、栄養分の少くなる 1 月末から 3 月にかけて、体色が褪せて黄ばんでくる。

細胞の大きさ・体の厚さは成体の中央部で前記したような大きさを示すが、共に体の縁辺部で小さく、基部の方で大きい。その一例を **Table 3** に示す。若い未熟体は成熟体より小さな細胞・体の厚さを有する。その一例を **Table 4**, **Fig. 16** に示す。

基部細胞は仮根を有し、楕円形乃至卵形を示すが、基部の円いもので短く、楔形のもので長いようにも思われる。仮根を有する部分は外観にて淡色の扇状部を形成し、上部の有せざる部分と区別することが出来る。

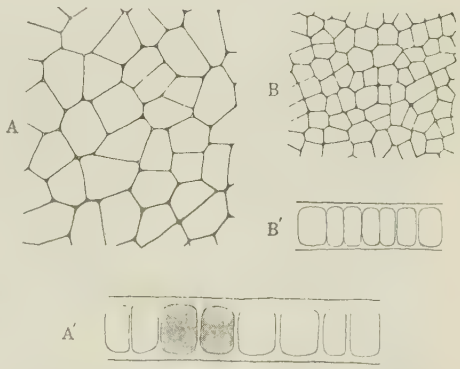


Fig. 16 アサクサノリの老若による栄養細胞の大きさの比較

P. tenera, vegetative cells in the middle part of old (A, A′) and young (B, B′) plants. A, B surface view, A′, B′ cross section. ×290.

A, A′ 11 × 3 cm in size, collected on Dec. 27, 1954 at Tatamiishi-ura, B, B′ 3.6 × 0.6 cm, on Nov. 22, 1957 at Yaki-jima.

生殖器官

本植物には無性生殖器官として中性胞子嚢（単胞子嚢）が、有性生殖器官として雌性細胞（造果器）・精子嚢が形成され、雌性細胞は授精して嚢果となる。

有性生殖器官

本植物には精子嚢と嚢果を同一個体に有する雌雄同体のものと精子嚢だけをもつた雄性体とが存する。果胞子嚢だけをもつた雌性体は存しない。雌雄同体が大部分で雄性体は少いが、時に少なからず雄性体が出現していることがある。稀に両者の混合体ともいうべく、体の上半部に雌雄両生殖器官が形成され、下半部に精子嚢だけを形成している個体及び逆に体の上半部に精子嚢だけを、下半部に雌雄両生殖器官を形成している個体が見られた **(Plate V, A, B)**。

有性生殖器官は体の大きさが 3～5 cm 位から形成される。雌雄同体のものでは先づ体の上縁辺に精子嚢が形成され、その内方に雌性細胞が存する。成熟が進むにつれて、精子嚢は体の両縁辺に形成されるようになる。上縁辺の精子嚢は精子を放出して流失し、内方の雌性細胞が嚢果となつて上縁辺に現われ、果胞子を放出するようになる。かくて充分成熟した体では体の上部 1/3 位までは嚢果が縁辺に現われ、この下方即ち中央部の縁辺に精子嚢形成の雄部が現われている。この縁辺の雄部は細長い斑を形成し、内方の雌部と区別される。しかし内湾で養殖されたものではこの雄斑は屢々不顕著となつている。嚢果形成の雌部には多かれ少なか

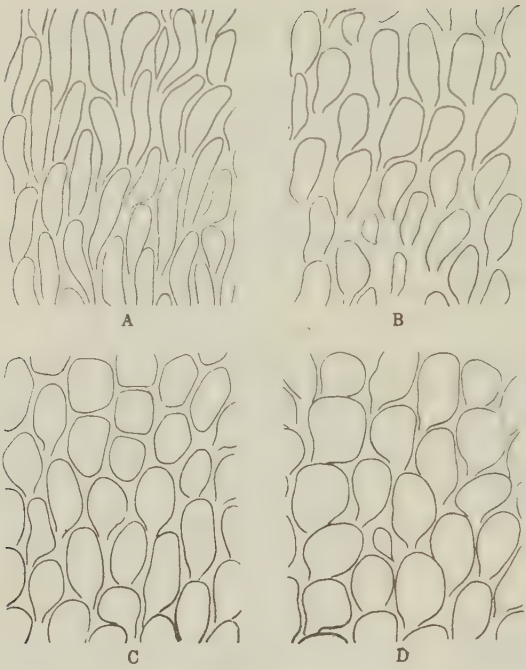


Fig. 17　楔形及び円形の基部をもつたアサクサノリの基部細胞の形

P. tenera, basal cells of the plant with acute cuneate base (A, B) and those of the plant with round base (C,D). A,C upper part, B,D middle to lower part. × 290.

Th ematerials collected on Dec. 7, 1954 at Koma-jima.

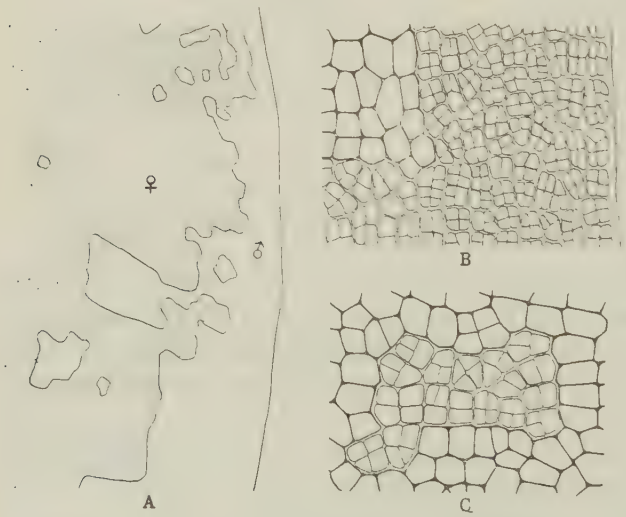


Fig .18　アサクサノリの体の側縁に於ける未熟な雌雄部

P. tenera, marginal immature antheridial and cystocrarpic parts. A × 30, B,C ×380.

The material collected on Nov. 5, 1951 at Ippiki-jima.

れ肉眼的或は顕微鏡的小区画が雄部介在する。時にこれが顕著に現われて飛白状をなすことがある。雄性体で体の上縁辺から内方及び両縁辺に精子嚢を形成し、体の上部は黄色を呈しているが、栄養部との境はぼやけている。

精子嚢・嚢果はよく分裂したものは殖田 (1932), 田中(1952) が記しているように夫々 a/4, b/4, c/4; a/4, b/2, c/2, の分裂を示すが, 常にかかる分裂を行つているとは限らない。精子嚢の b の分裂が 2 のまゝ（表面観で8つに分裂)、また嚢果の a 或は b の分裂が1のまゝ（表面観で未分裂或は2つに分裂）精子或は果胞子を放出している場合が多い。成熟の初期或は栄養分の不足な所に育つた色の淡いもので特に不充分な分裂をしている。嚢果の a, b の分裂は不充分であつても c の分裂が体表に平行な分裂を行つているときは、放出された胞子は正常な糸状発芽をおこう。

これに対して栄養の豊富な所に育つたものでは生育後期に、精子嚢の c の分裂が 8 たらんとしているもの及び嚢果の c の分裂が 4 たらんとしているものが時に見られる。特に老成した雄性体ではこの精子嚢の c の分裂が普通になつているのは稀でない。なお国枝 (1939) が記しているように、嚢果が表面観 (a, b の分裂) でそれ以上に分裂していることがある。しかしこれは正常に成熟したものでは見られず、異常なものと思われる。

内湾で養殖されているもので主に 12 月以降、嚢果形成部が肉眼でふくぶつとまだらに赤くなつているのが屢々見られる。かゝる部分を調べてみると、嚢果の間に或は多く或は少く表面観にても断面にても分裂を行つていない細胞が混在している。この細胞は内容は豊富であるが、表面観では嚢果の

り色がうすく、内容が円くなつていることが多い。断面で雌性細胞のように内容が両端に突出部を有することがない。このような細胞は雌性細胞の退化したものではないかと思われるが、かゝる細胞をもつた嚢果形成部をとつて胞子を放出させて見ると、この細胞からも胞子の放出されるのが認められる。放出後はこの細胞から放出された胞子と嚢果から放出された胞子との区別は困難であるが、未発芽のまゝ胞子が膨大するものが多く現われ、また常にではないが直接発芽してアマノリの幼芽となるものが混在することがある。

これと関連して1月・2月以降に体の色が極めて悪く、淡黄緑色を呈するものがあるが、かゝるものの嚢果形成部を見ると、分裂している嚢果は極めて少く、内容の極めて貧弱な未分裂細胞が大部分となつている。かゝるものでは胞子の放出も少く、また未発芽のものが多い。これは栄養不足による雌性細胞の未発達・未熟と関係し、前記の退化細胞とはまた趣を異にするものと考えられる。

次に雌性細胞について、雌性部の内方或は赤褐色を呈した雌性部の内方の色のうすくなつている所を見ると、表面観で内容の少し濃い細胞と殆ど栄養細胞と変らないものが混つている。断面では体の表面に平行な分裂によつて2分されている内容の濃い細胞、内容は同様に濃いが分裂のない細胞及び内容は栄養細胞と殆ど変りなく両端に僅かな突出部を有して紡錘形をなす細胞の3種がある。更に少し内方を見ると表面観では栄養細胞と殆ど区別出来ず、断面に於いて前記のような内容の両端に僅かな突出部を有する細胞が見られ、突出部のない栄養細胞も混つてくる。より内方になると栄養細胞のみが見られる。この断面に於いて内容の両端に突出部を有する細胞の中には体表に附着した精子と突出部とが細い糸で連絡しているのが認められる。突出部は無色で、また体表まで突出していることはない。このような断面で両端に僅かな突出部のある内容を示す細胞が雌性細胞と思われる。内容が濃く断面で分裂を行つているものまた未だ行われていないものは受精後のものと考えられる。しかして雌性細胞の内容の突出部が受精前からあるものか受精によつて生ずるものかは明らかでない。

精子嚢・嚢果の大きさは体の中央部の栄養細胞と殆ど変りなく、また これらの部分の厚さも体の中央部と殆

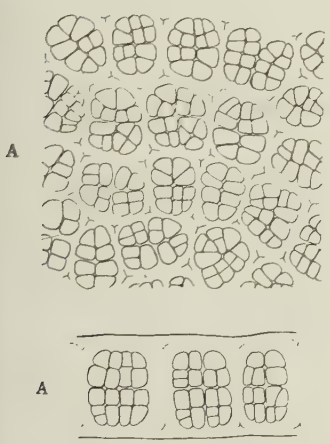


Fig. 19 断面に於いて更に分裂せんとするアサクサノリの精子嚢

P. tenera, antheridia showing more advanced division in cross section. A surface view, A′ cross section. ×430.

The material collected on Jan. 16, 1956 at Ishihama.

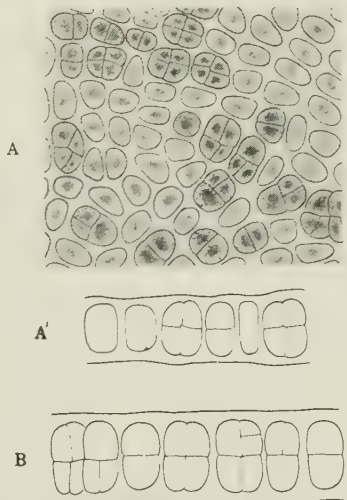


Fig. 20 退化細胞の混在するアサクサノリの嚢果形成部 (A, A′) と断面に於いて更に分裂せんとする嚢果

P. tenera, A, A′ cystocarpic part mixed with abortive cells (light coloured), B cystocarps showing more advanced division in cross section. × 290.

The material collected on Feb. 7, 1955 at Shiogama.

と同じである。しかして両者の c の分裂が夫々 4 或は 2 以上となつているようなものではいくらか厚くなつている。雄体で精子嚢の c の分裂が 4～8 を示し、この部分の厚さが 49μ あるものも見られた。

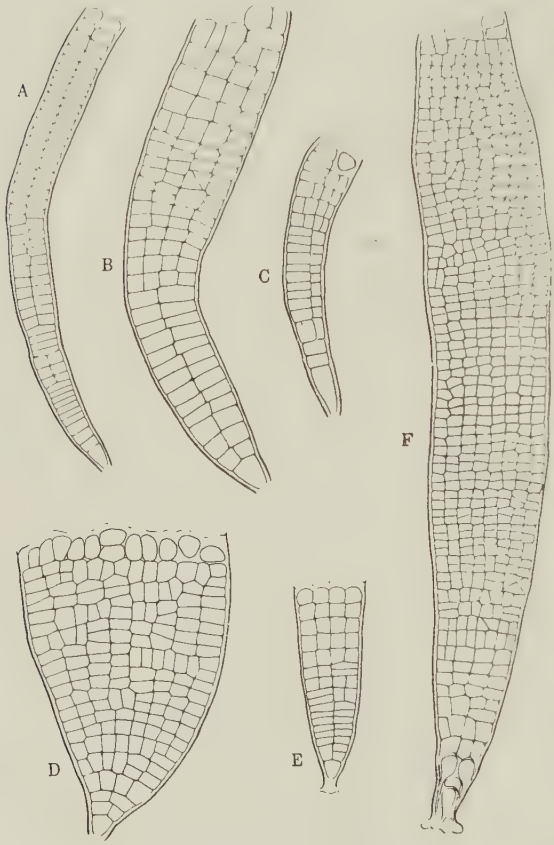


Fig. 21 中性胞子形成のアサクサノリの幼芽

P. tenera, buds producing neutral spores. A,D-F × 200, B,C ×290.

A collected on Oct. 10, 1953 at Koma-jima, B Oct, 2, 1955 at Shiogama, C Oct. 3, 1955 at Oshiage, D,E Oct. 3, 1951 at Ippiki-jima, F Oct. 29, 1956 at Koma-jima.

無性生殖器官

本植物は生育の初期即ち秋期に長さ 150μ～1mm 位の顕微鏡的或は やつと肉眼で認められる位の幼芽の時代に中性胞子を形成して無性生殖を行う。

中性胞子は、幼芽の先端細胞が 如何なる分裂も行わずそのまゝ内容を充実して 胞子嚢となり、その中に 1 個形成される。

中性胞子を形成・放出した幼芽は 先端が截形となる。この形は中性胞子形成を止めたあと、精子嚢或は嚢果を形成して 精子・果胞子を放出し始める頃即ち 4～6cm 位の大きさまで残る。この形によつて その体が幼時に中性胞子を形成したか或は その強弱を窺い知ることが出来る。

幼芽

幼芽は初め 1 列の細胞からなり棍棒状をなす。細胞が (10)～15～30～(37) 個になつて初めて縦の細胞分裂を行う。縦の細胞分裂がすゝむと体は次第に幅を増し、長楕円形或は長紡錘形をなす。しかして 2～4 列以上の細胞からなる幼芽の多くは 前記したように先端部から中性胞子を放出し、先端は截形となり、長さより幅の生長が進む。中性胞子を形成しない幼芽は有性生殖器官が 形成される頃まで略々上記の形を維持する。

1 列細胞時の幼芽の細胞は 正方形乃至短形をなす。一般に細胞の少いもので長く、多いもので短い。2 列・4 列になると再び正方形に近くなり、規則的な配列を示すが、更に大きくなると次第に細胞は不規則な多角形を示し、配列も不規則となる。

1 列細胞時の幼芽の大きさを **Table 5** に示す。1951 年 9 月 18 日建込んだ簀で 9 月 28 日，10 月 9 日，18 日，29 日に調べたものである。1 列細胞時の幼芽の大きさは 凡そ 長さ 20～250μ×幅 7.5～20μ あり、長さに比べ幅の増大は不顕著である。なお縦の細胞分裂が行われ始めたときの大きさは 凡そ 100～250×14～25μ であつた。

1 列の細胞からなる幼芽が初めて縦の細胞分裂を行うときの細胞数は環境によつていくらか左右されるようである。1956 年 9 月 23 日に松島湾駒島で同じ水位に建込んだ 2 枚の簀を 10 月 22 日に塩釜に移殖し、移殖の際この 2 枚を建込水位を異にして、10 月 29 日觀察した結果では、高水位に張つた簀では幼芽が 10～15 個細胞で縦の細胞分裂を行い、低水位の簀では 15～30 個細胞で縦の分裂が行われていた。また幼芽の中性胞子を

Fig. 22 簀の上に着生せるアサクサノリの幼芽

P. tenera, buds found in the sea (on "hibi"). A-D ×230, E-L ×290, M-N ×200.

A-D collected on Oct. 3, 1951 at Ippiki-jima, E-L, N Oct. 10, 1956 at Koma-jima (E-G, J-K at lower water level, K-I, L, N at higher water level), M Oct. 9, 1951 at Ippiki-jima.

Fig. 23 建込後約1ケ月目の簀上のアサクサノリの幼芽

P. tenera, sterile plantlets about 1.5 -3 mm in length on "hibi" (about one month after settling of spores), most of them having a trunctate apex indicating the formation of neutral sopres in the early stage. ×20.

The materials collected on Oct. 29, 1956 at Koma-jima.

養した際には 8～17 個細胞で縦の細胞分裂が行われ（後述）、コンコセリス体の単胞子の培養実験（1954 年 0 月～11 月）では 7～20 個細胞で縦の分裂が行われ始めている。何れも幼芽の生長が抑えられると、細胞が少いまゝで縦の細胞分裂が行われ始めるように思われる。

胞子の培養

中性胞子の培養

幼芽の先端部に形成される中性胞子はアメーバ状をなして放出され、後円くなる。中央に 1 個の塊状或は星状の色素体を有する。直径 12.5～15μ あり、基質に附着後膜の明らかな短い棍棒状の直立体として発芽し、横の細胞分裂を行つて伸長し、天然に見られると同様な 1 列の細胞からなる幼芽となり、更に縦の細胞分裂を行つて葉状体に発達する。

1954 年 9 月 18 日に建込んだ簀に附着した幼芽を 10 月 19 日に採集し、この幼芽の中性胞子を培養した結果を **Fig. 24** に示す。培養の基質はスライドグラス、培養水は濾過海水に 1l 当り KNO_3 0.1g, Na_2HPO_4 0.02g を加えたものを使用した。

Table 5. アサクサノリの1列細胞からなる幼芽の大きさ
P. tenera, dimension of uniseriate buds on "hibi".

number of cell	length × breadth (μ)	number of cell	length × breadth (μ)
1	22 ～ 30 × 7.5～10	18	110～143 × 14～18
2	26 ～ 48 × 9 ～12	19	112～180 × 14～19
3	27.5～ 66 × 10 ～12.5	20	128～180 × 15～18
4	42 ～ 68 × 10 ～13.5	21	112～220 × 15～20
5	47.5～ 82 × 10 ～15	22	112～175 × 14～18
6	50 ～ 84 × 10 ～15	23	140～220 × 15～18.5
7	55 ～ 90 × 10 ～15	24	120～200 × 14～20
8	62 ～120 × 12 ～16	25	135～184 × 15～17.5
9	70 ～100 × 12 ～15	26	160～228 × 15～20
10	62 ～120 × 11.5～15	27	160～190 × 14～16
11	64 ～140 × 12 ～15	28	172～240 × 14～20
12	70 ～135 × 11 ～16	29	212～220 × 16～17.5
13	75 ～130 × 12 ～17	30	180～260 × 16～20
14	68 ～140 × 15 ～18	31	200 × 18
15	84 ～150 × 13 ～16	32	190 × 16
16	92.5～150 × 13 ～16	35	208 × 18
17	85 ～192 × 12 ～18	37	268 × 14

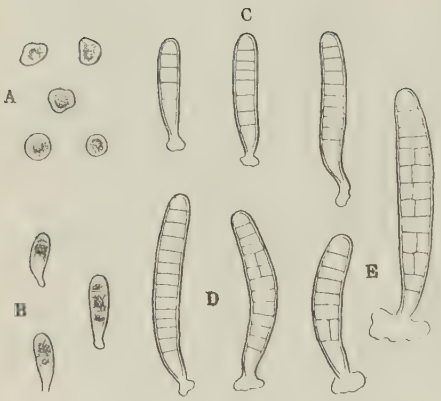


Fig. 24 アサクサノリの中性胞子とその発芽体
P. tenera. neutral spores and their germlings. A neutral spores on Oct. 19, 1954, B germlings after three days, C after 11 days, E after 17 days. ×290.

Fig. 25 アサクサノリのコンコセリス体の単胞子の発芽体
P. tenera, germlings of monospores of *Conchocelis* thallus. Spores settled on Sept. 28 to Oct. 5, 1957, observed on Oct. 8. ×290.

その経過は 2 日後に 3 個細胞、11 日後に 15 個細胞の発芽体となり、13 個細胞体で縦の細胞分裂を行うものが現われた。17 日後には横の細胞分裂は殆ど進んでおらず 8～15 個細胞で縦の細胞分裂を行つているものがあり、また 17 個細胞で縦の分裂のないものもあつた。以後の生長は順調でなかつた。

果胞子の培養とコンコセリス体

本植物の果胞子の発芽，コンコセリス体の形成と単胞子の形成及びこの単胞子の発芽については第 I 報 (1953) に於いて述べた。

コンコセリス体の単胞子の発芽体について、第 I 報では極く初期のものしか示さなかつたので、1957 年の培養実験で得た単胞子の発芽体とその中性胞子の形成を **Fig. 25** に示す。

生態の観察

生育状態

本植物は松島湾各所に於いて海苔簀に着生し養殖されている。湾内の木・竹等の杭にも着生するが、岩には少い。岩では高潮位にまた硬い石に附着している。他の海藻上に附着することは殆どないようである。

養殖に当つては普通 9 月中・下旬から 10 月初にかけて簀の建込が行われ、10 月中・下旬には肉眼的大きさの幼芽を認めることが出来るようになる。11 月中・下旬になると十分生長して摘採が行われ始める。3 月頃まで繁茂し、4 月には衰微して簀も取払われる。天然に着生するものも略々同様の生育状態を示す。

このような生育状態を 1951～'52 年に塩釜湾—四島地先で行つた簀建試験によつて見ると次の通りである。この試験では本植物だけが着生し、他種の混生は見られなかつた。

出現

この簀建試験に於いては 9 月 15 日から 10 月 5 日までの各簀及び 10 月 9 日，16 日，11 月 2 日の簀

Table 6. 建込 1 ケ月後のアサクサノリの幼芽の附着数とその大きさ
P. tenera, number of buds attaching on "hibi" spread on different dates and their length one month after the spreading.

spreading date of "hibi"		number[1]	length (mm)				
			0.5～3	3～6	6～9	9～12	12～
1951							
Sept.	15	361	347	10	4		
	16	418	401	14	3		
	17	701	631	55	13	1	1
	18	3.210	3.130	59	17	2	2
	19	3.778	3.698	63	10	4	3
	20	1.303	1.279	20	4		
	21	1.740	1.687	40	11	1	1
	22	276	264	11	1		
	23	229	223	6			
	24	50	50				
	25	84	84				
	26	99	99				
	27	316	316				
	28	511	510	1			
	29	530	528	2			
	30	391	384	7			
Oct.	1	579	573	3	3		
	2	667	659	8			
	3	921	916	5			
	4	2.731	2.648	76	6	1	
	5	2.304	2.186	103	13	2	
	9	39*	22	14	3		
	16	205**	—	—	—	—	—
Nov.	2	58***	56	2			

1) Buds having a length more than 0.5mm settled per 40cm in length of bamboo of "hibi" (* per 70cm, ** 50cm, *** 80cm) were counted.

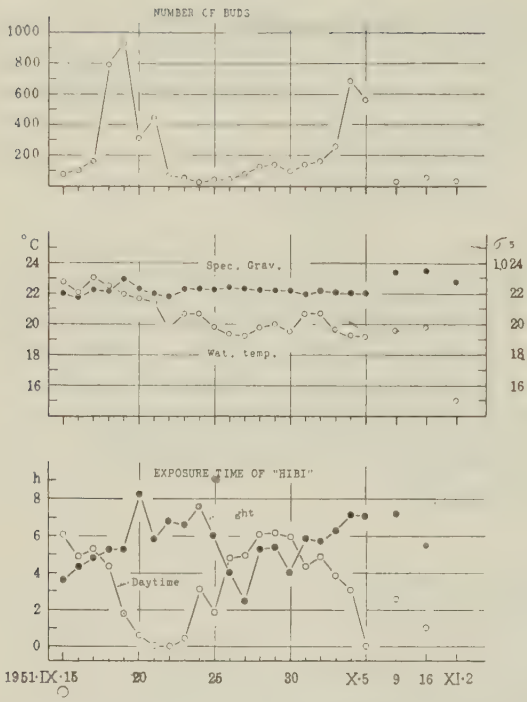


Fig. 26　建込日別のアサクサノリの幼芽の1ケ月後に於ける附着数とその変化

P. tenera, number of buds on "hibi" spread on different dates one month after the spreading.

Buds having a length more than 0.5 mm settling on per 10cm in length of bamboo of "hibi" were numbered (cf. Table 6).

に着生を見たが、11 月 16 日以降の簀には着生しなかつた。顕微鏡的幼芽も認められなかつた。

この 9 月 15 日から 11 月 2 日までの簀に附着した幼芽の数・大きさを夫々建込後 1 ケ月目に調べた結果を **Table 6, Fig. 26** に示した。**Table 6** は **Table 2** と同じく各簀から 2 本の竹を採り、更に各竹から 10cm の範囲 2 ケ所をとり、長さ 0.5 mm 以上の肉眼で認められる幼芽を調べたものである。**Fig. 26** はこの幼芽の 10cm の範囲に附着せる平均数を建込日の環境条件（水温・比重・簀の干出時間）と共に図示したものである。なお 0.5mm 以下の顕微鏡的幼芽は表・図に示した附着数の多い簀程多数見られた。

これを見ると幼芽の附着数は 10 月 5 日以前の簀に於いて多く、以後の簀に少い。しかし 9 月 15 日～10 月 5 日の簀では早く建込んだものが必ずしも多くなつていない。朔望後 3·4 日目に当る 9 月 18 日，19 日の簀及び 10 月 4 日，5 日の簀で多く、その他の簀では少い。これは殖田 (1952) が朔・望後 4 日目を中心とした建込みがよく附着すると述べていることとよく一致する。また幼芽の大きさも附着の多い簀程大きくなつている。

簀の建込後 1 ケ月位までの初期の着生・生長の様子を 9 月 18 日の簀によつて見るとの通りである。

9 月 28 日 (10 日後)

簀竹 10cm の範囲に 10 個位の幼芽の着生を認む，幼芽の長さ 120～160μ まで生長，1 列に並んだ 1～2 個細胞よりなる，縦の細胞分裂を行つて 2 列になれる幼芽も存し、この 2 列細胞の幼芽で中性胞子を形成・放出しているものがある。

10 月 3 日 (15 日後)

幼芽の長さ 200～280μ 位まで生長す，2 列細胞からなるもの多く現われ、時に 4 列細胞からなるものもある，2～4 列細胞の幼芽の大部分は中性胞子を形成す。

10 月 9 日 (21 日後)

長さ 0.5～1mm，時に 1.3mm 位まで生長し肉眼的大きさになる，14～16 列細胞、時に 24，30 列細胞からなる。これらの大きい幼芽の周囲にはこれらが放出した中性胞子に由来すると思われる多数の小さい幼芽が附着す，中性胞子は 2～16 列細胞の幼芽の大部分で放出されているが、より多くの細胞列からなる約 0.5 mm 以上の幼芽では形成を止める。

10 月 18 日 (30 日後)

長さ 0.5～1cm 位に生長す，時に 2cm 位になれるものもある，中性胞子は 6 列細胞以下の幼芽では稀にしか形成されず、6～12 列細胞の幼芽で形成しているものと、していないものが混ず，約 1 mm 以上の幼芽では既に形成を中止す，幼芽の附着は益々多く、筵竹 10cm 間に 2000～3000 個或はそれ以上の幼芽を数えるに至る。

以後の幼芽・中性胞子形成の状態を他の筵と共に調べて見ると、1 列細胞からなる幼芽は 11 月上旬になると次第に少くなり、中・下旬には極めて少くなる。また中性胞子の形成も次第に少くなり、11 月中旬には殆ど見られなくなる。

このように本植物の胞子は (9 月上旬)～9 月中・下旬～ 11 月上旬に出現して筵等の基質に着生し、早く着生した幼芽は着生後 7～10 日以上たつて或る大きさに達すると中性胞子を形成し、これによつて幼芽が次々に増加するのが見られる。従つて早く建込んだ筵には幼芽が密生するに至るが、遅く建込んだ筵では幼芽の中性胞子形成が少く或は形成がなく疎生となる。なお 9 月上・中旬の幼芽の着生は年により或は場所によつて異なり一定していない。

生長・消失

肉眼で見え始めてから以後の本植物の生長の経過を更に 9 月 18 日の筵によつて述べると 次の通りである。この筵に着生したものは前記したことから分るように約 1 ケ月半に亘つて発生したもので、その大きさも広範囲に亘るが、大きいものを基準にしてのべる。

10 月 24 日 (36 日後)

長さ 2～6cm 稀に 10cm まで生長す，2·3cm 以上のもので精子嚢を形成し始む。

10 月 29 日 (41 日後)

長さ 5～10cm 稀に 13cm となる。

11 月 5 日 (48 日後)

長さ 10～15 cm 稀に 20 cm となる，精子嚢は十分に分裂し精子を放出す，嚢果も分裂して果胞子を放出し始めているものがある。

11 月 12 日 (55 日後)

長さ 15～20cm 或はそれ以上，幅も広くなり、摘採期に入る。

9 月 15 日～21 日の筵はこれと略々同様な生長を示した。

次に 10 月 3 日 建込の筵について見ると、

11 月 12 日 (39 日後)

長さ 3～5cm，稀に 8cm となり、精子嚢を形成し始む。

11 月 27 日 (54 日後)

長さ 10～15cm となる，精子嚢は十分に分裂して精子を放出，嚢果も成熟して果胞子を放出し始む。

12 月 3 日 (60 日後)

長さ 15～20cm，稀に 39cm に生長し摘採期に入る。

10 月 1 日～5 日の筵はこれと略々同様な生長を示した。

9 月 22 日～30 日の筵のものは 9 月 18 日前後の筵のものと 10 月 3 日前後の筵のものとの中間というよりはむしろ 10 月 3 日前後のものに似た生長を示した。

10 月 16 日の筵に於いては 12 月 3 日 (48 日後) に 2～3cm，1 月 16 日 (92 日後) にやつと 15～20 cm 或はそれ以上になつた。10 月 9 日の筵も略々これと同様な生長であつた。

11 月 2 日建込みの簀では前記したように附着が極めて少なかつたが、病気の発生等のため十分な生長を見ないで流失した。

以上のように葉体が 15～20cm の摘採出来る大きさになるのに 9 月 18 日の簀では約 55 日を要し、10 月 3 日の簀では約 60 日、10 月 16 日の簀では更におくれて約 3 ケ月を要している。更に幅の生長は前に述べたように 9 月 18 日のもので大きく、10 月 16 日のもので最も小さかつた。なお 9 月 18 日建込簀のものを基にして、模式的にその生長経過を **Fig. 27** に示した。

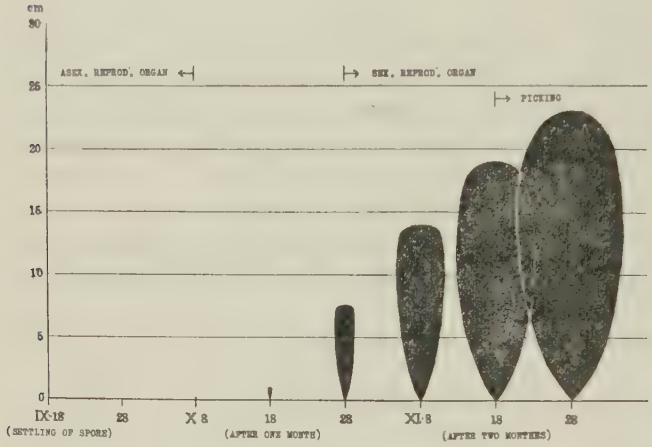


Fig. 27　アサクサノリの生長模式図
P. tenera, schema of growth.

このような生長の経過はまた簀の水高さ即ち張込潮位によつて差が見られる。上記のものは前記の張込潮位を基準にしたものであるが、低潮位ではより早く生長し、高潮位では生長が抑えられる。

以後の生育状態について、9 月 18 日～10 月 5 日の簀の大きい葉体は摘採期になつて一度摘みとられてしまつたが、以後再び生長を始めて 1 月下旬には何れも 30～40cm 或はそれ以上になつた。その後の生長はあまり目立たず、2 月・3 月には体の褪色がいくらか見られた。4 月になると体の全部或は上部が流れて 4 月中旬には 10 cm 以下のものだけになつた。5 月初になお体の基部だけ残るものが僅かあつたが、まもなくすべて流失した。なお簀は建込時期から消失まで同じ潮位に張込んでおいた。

生殖器官の季節的変化

本植物は前に述べたように秋期即ち 9 月下旬～11 月上旬に、2 列以上の細胞からなる 150μ～1mm 位の幼芽の時代に中性胞子を形成して無性生殖を行う。0.5～1mm 以上の大きさになるとこの期間中でも中性胞子の形成は止り、この期間をすぎると 150μ～1mm の幼芽でも中性胞子の形成は見られない。また生育状態の項で述べたように無性生殖の行われる期間内では初期程小さい中から中性胞子を形成し、後期程大きくなつてから胞子を形成するようである。しかして無性生殖の時期に上記のような大きさの幼芽で中性胞子の形成のないものもある。

この中性胞子の形成期を、1951～'52 年の簀建試験に於いて各簀共に 1 ケ月後に、幼芽の先端が截形になつているか否かによつて調べた結果を **Table 7** に示した。この材料は **Table 2** に於いて建込日別の幼芽の形を比較したものと同じもので、各簀の竹 2 本から 10cm の範囲 2 ケ所づつをとり、各範囲から建込後間もなく附着したと思われる 0.5mm 以上の幼芽を大きいものから 30 個づつとつて調べたものである。10 月 5 日建込の簀までは殆どすべての幼芽が中性胞子を形成し或は形成した跡を示しているが、10 月 16 日建込みのものではそれが半数近くになり、11 月 2 日建込みの簀では 37 個体中 1 個しか中性胞子を形成した跡を示すものはなかつた。これによつても上記のような無性生殖の時期を知ることが出来る。

無性生殖を中止した幼芽は生長を続けて、今度は有性生殖器官を形成するようになり、10 月下旬頃から 2～5cm 以上のもので精子を形成・放出し始め、少しおくれて 11 月上旬には果胞子を形成・放出するようになる。中性胞子を形成しなかつた幼芽も同様に生長して有性生殖器官を形成する。

以後は消失期まで有性生殖器官だけを形成して再び中性胞子を形成することはない。

Table 7. アサクサノリの幼芽の中性胞子形成の季節的変化
P. tenera, seasonal change of the formation of neutral spore of buds.

spreading date of "hibi"	observed number of buds[1)]	number of buds with truncate apex[2)]	spreading date of "hibi"	observed number of buds	number of buds with truncate apex
1951					
Sept. 15	120	120	Sept. 27	24	24
16	112	112	28	23	23
17	120	117	29	27	27
18	120	120	30	40	40
19	120	120	Oct. 1	44	42
20	120	120	2	36	36
21	120	120	3	44	44
22	45	45	4	120	119
23	23	23	5	120	120
24	8	8	9	22*	15
25	13	13	16	31**	17
26	17	16	Nov. 2	37***	1

1) Longer buds than about 0.5～1mm were sampled within 120 in number from 40cm in length of bamboo of "hibi" (* from 70cm, ** 50cm, *** 80cm) one month after the spreading (cf. Tab. 2).

2) Truncate apex of buds is a mark of the formation of neutral spores.

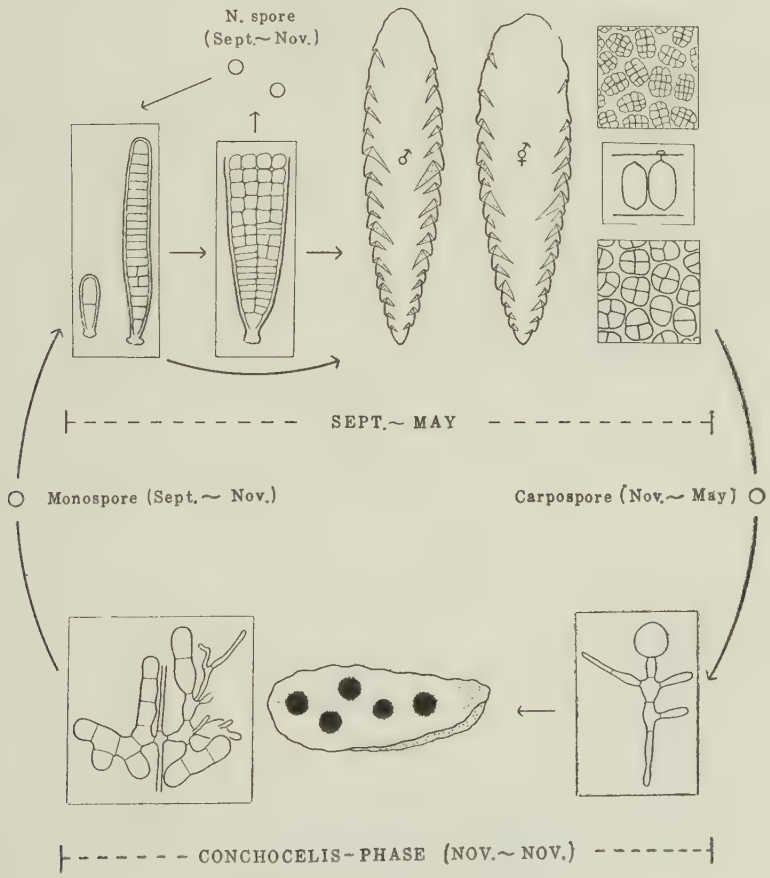


Fig. 28 アサクサノリの生活環
P. tenera, life-cycle.

生活史

以上のような実験・観察結果から本植物の生活史を次のように要約することが出来る (**Fig. 28, 73**)。

アマノリの幼芽として発芽する本植物の胞子は (9月上旬) ～9月中・下旬～11月上旬に出現し、10月中・下旬頃から長さ 1mm 前後の肉眼的大きさの幼芽を認めることが出来る。11月中・下旬以降 15～20cm 或はそれ以上の大きさに達し、12月～3月の寒最もよく繁茂する。4月には次第に衰微し、5月には流失する。

この間 9月下旬～11月上旬には 150μ～1mm 位の幼芽に中性胞子が形成されて盛んな二次的増殖が行われる。以後或はより以上の大きさになると中性胞子の形成は止る。10月下旬以降 3～5cm 以上の大きさになると今度は有性生殖器官を形成し始め、11月上旬頃から果胞子を放出するようになる。果胞子は本植物の生育末期即ち流失するまで引続き形成・放出される。再び中性胞子を形成することはない。

放出した果胞子は貝殻等に着生してコンコセリス体となり、これによつて夏期を過す。9月になつて水温が 24·5°C 以下になるとこのコンコセリス体から単胞子が放出され始め、これがもとになつて再び本植物の繁茂が見られるようになる。単胞子の放出は筆者等 (黒木・平野 1956 a, b) が述べたように 11月上旬頃まで続く。

考察

本植物は近縁の他の養殖アマノリと比較して、一般に長楕円形乃至楕円形の長い形を示すこと、androdioecious であること、雌雄同体のものは体の両縁に細長い雄斑を有すること、秋期に幼芽の時代に無性生殖を行い、幼芽の先端は截形をなすこと、その他有性生殖器官の分裂様式等によつて特徴づけられる。

本植物の同定に当つて、同じく養殖の対象になり、形態的に多くの類似点をもつているアサクサノリの原記載 (Kjellman 1897) と比較して見ると、原記載では雌雄異体となり、体形の変化はより大きいように思われ、体の大きさ・厚さが小さい。これに対し岡村 (1916), 殖田 (1932), Tanaka (1952) の記載では体形の変化は原記載同様に大きいが、体の大きさ・厚さその他の形態的特徴は筆者の観察材料と略々一致する。雌雄性については岡村、殖田、Yendo (1916) は雌雄同体であるとし、Kunieda (1939), Tanaka は筆者の材料と同様に androdioecious とした。

これらを考察して見ると、Kjellman は植物体を切断して抄いた乾海苔製品によつて観察しているので、完全な形をした大きい体の存在は考えられない。自然大として Tab. 1, Fig. 6 に図示している植物体も 2·3cm 以下の小さい体である。また観察体がこのような小さい体であつたり、体の縁辺部の葉片であつたとすれば形態の観察の項で述べたように体の厚さ或は細胞の大きさは成体より小さくなる。雌雄性については Kjellman は筆者の材料と同様に雄体を観察したのかも知れないが、雌雄同体のものが精子嚢を形成した許りの若い時は内方の果胞子嚢は未だ熟せず往々にして雄体と見誤易い。また植物体の断片では嚢果形成の部分だけが存することも考えられる。何れにしても Yendo, Tanaka が原標本を調べて雌雄同体としているので Kjellman の観察に何らかの見落しがあつたものと考えられる。

次に体形について Kjellman は Tab. 1, Fig. 6 に細長い形のもの，卵形のもの，円形のものの 3 個体を示している。この中、細長い形のものは筆者の観察材料の小さいものとよく一致する。他の卵形・円形 (特に後者) が筆者の材料と果して同じものであるか否かは明らかにすることが出来ない。乾海苔製品によつて観察しているので 2 つ以上の種を含んでいる恐れなきにしもあらずである。これと関連して体形の変化が甚しいと記している殖田，Tanaka の記載せるアサクサノリの中には筆者がこゝに述べている植物以外のもの即ち後述するような卵形・円形・腎臓形或は漏斗状をなし、生態的にも差の見られるマルバアサクサノリも含めているようである。

このように体の大きさ・厚さ・雌雄性等について本植物がアサクサノリの原記載と必ずしも区別出来るものではないと想像されるが、体の形・乾海苔製品による観察等から推して、原記載に 2 種以上を含んでいる恐れはないかとの疑問がなお残される。我国の学者の記載についても同様である。これを明らかにするためにはアサクサノリの原標本を更に十分調査・検討しなければならないが、原標本がスエーデンにあるという地理的な

との外に、乾海苔製品であるということに更に困難が予想される。これの果されていない今、筆者は次のような理由で本植物をアサクサノリに同定するのが妥当のように思われる。1) 本植物はアサクサノリの原記載及び Yendo, Tanaka の補足的な原標本の観察と特別な形態的差を認めない。2) 我国の学者特に分類学的研究をした岡村，殖田，Tanaka がアサクサノリとして取扱つているアマノリは本植物と同じものか或は本植物と同じものが主になつている。3) 我国に普通に見られ、特に古くから養殖されているアマノリは本植物と同じものが大部分のようである[2]。

本植物をこれまでの我国に於ける報告に見られるアサクサノリと比較して見ると、岡村 (1900) が Pl. 9 に図示しているものは本植物と一致する。殖田 (1932) はアサクサノリは円形・卵形・披針形等種々あり、体形の変化はアマノリ属中最も甚しいと記しているが、Pl. XIV 2, Pl. XV 1, 2, Pl. XVI 1 に図示している植物体は本植物と一致する。Pl. XIV 3 の円形の植物体は筆者がアルバアサクサノリとしたものと同じじもののように思われる。またイワヒゲと思われるものに附着している Pl. XVI 2 (或は Pl. XV 3 も) について、これを生態的に見ると松島湾その他東北沿岸に於いてはスサビノリがイワヒゲ上に着生し、図示されているような形を示しているのが普通に見られ、またその有性生殖器官の分裂様式もアサクサノリと同じ様式を示していることが多いが、アサクサノリがイワヒゲその他の海藻上に着生することはないようである。これより見るとこのイワヒゲと思われるものに着生している植物体は本植物とは異なるものかも知れない。Tanaka (1952) もアサクサノリの体形・大きさは非常に変化が多いと述べているが、Pl. 10 の 1 は本植物と一致するように思われる。round type (マルバ型) として Pl. 10 の 2 に示しているものはマルバアサクサノリと同じものと思われる。イワヒゲ，イシゲ上に着生している Pl. 11 の 2, 3 については殖田の場合と同様である。また木浦の標本である Pl. 11 の 1 はスサビノリにも似ている。

次に Kunieda (1939) はアサクサノリをナガバ型とマルバ型の 2 群に分けたが、Kunieda が図示している Pl. XIV 98, 99 のナガバ型は本植物と一致する。マルバ型として Pl. XXX 89～91 に示しているものはマルバアサクサノリと一致するが、Pl. XXXI 94 に示しているマルバ型の雄体は本植物に似、また Pl. XXXI 95 に示している“雌体”はむしろスサビノリに似ている。

須藤 (1950) は東京湾の“アサクサノリ”を 7 型に分けたがその中の型 4 は、中性胞子が 0.1～1cm の幼芽で形成されるという点でいくらか差があるようでもあるが、同博士より標本を見せてもらつた所では本植物と一致するように思われた。なおその報告及びび見せてもらつた標本によると型 1 はマルバアサクサノリに、型 2 はスサビノリと同じもののように思われた。型 7 はコスヂノリであると記している。須藤 (1957) のアサクサノリは本植物と一致するようである。

新崎 (1952, '57) のアサクサノリの 5 つの型については、十分な比較が出来ないが、第 IV, V 型は本植物と関係のあるものではないかと思われる。第 I, II 型については疑問があり、第 I 型は恐らくマルバアサクサノリと関係のあるものではないかと思われる。

以上の外分類学的研究ではないが、アサクサノリとして述べられている諸報告で、上記同様に筆者がアサクサノリに当てた本植物と異なる種を混同して取扱つている場合が多いようである。殖田 (1929) がアサクサノリかマルバアマノリか不明の“夏ノリ”の存在を認め、アサクサノリの生活史を述べている報告及びその図を見ると、マルバアマノリでないとすればマルバアサクサノリであろうと思われる。同博士の報告の基になつたと思われる標本を見せてもらつたが、筆者にはマルバアサクサノリと思われた。また殖田 (1937) のアサクサノリの生活史についての再報告に於いて、5, 6 図に示している所謂秋芽は筆者のアサクサノリと一致するが、

2) Segi (1959) はウプサラ大学にある *P. tenera* の原標本 ——乾海苔製品 (Plate IX, A) と恐らくこれをバラバラにしたと思われる切れた措葉標本 (Plate IX, B)——を調べ，これの形態的特徴について記載した。これまでに述べられていなかつたこととして次のようなことが Segi の観察によつて明らかにされている。栄養細胞の断面に於ける形に 2 種即ち高さが幅より大きいものと小さいものがある，体は雌雄異体か同体である，精子嚢・嚢果が栄養細胞と混在している，バラバラにした標本によると，ナガバ型とマルバ型の 2 型が存する。
然して雌雄異体のものと同体のもの及びナガバ型の植物とマルバ型の植物の詳しい形態的差異については述べられていない。

4 図に示しているものはマルバアサクサノリと思われる。和田 (1941) が第 2 図に示している植物体はアサクサノリよりはスサビノリに似ている。またマルバアサクサノリではないかと思われるものについての記述もある。Tseng and Chang (1956) が述べているアサクサノリの "dwarf type" もその記載、Pl. II に示している図からもマルバアサクサノリではないかと思われる。また Pl. VI 6, 7 図に示しているコンコセリス体の胞子の発芽体の形は筆者のアサクサノリのそれといくらか違うようにも思われる。

次に本植物の形態的特徴について、アマノリ属の特徴として重視されている精子嚢・嚢果の分裂様式が外田 (1932), Tanaka (1952) によると夫々 a/4, b/4, c/4 ; a/2, b/2, c/2 となっているが、筆者の観察では精子嚢・嚢果の c の分裂が夫々 8, 4 たらんとしているものがあり、特に雄体に於いて精子嚢の c の分裂が 8 になっているのは屢々見られた。この有性生殖器官の分裂にも或る変異があるものと思われる。雌性細胞は、筆者の生の材料による観察では、断面に於いてその形容の両端が僅か突出し、この突出部と体表に附着した精子とが授精管によつて連絡しているのが見られる。古い個体で雌性細胞の両端が外膜と共に突出し、所謂 pseudotrichogyne と云われるものも稀に見られるが、かゝる外膜の突出部は普通は見られない。これに対して、Ishikawa (1921), 殖田 (1932), Kunieda (1939) は雌性細胞は外膜と共に突出し、これが授精毛の働をなして授精が行われると述べ、授精管の存在を認めていない。雌性細胞の形容或は外膜の突出は別として、筆者の観察は授精管の形成を記した Berthold (1881, '82) (*P. leucosticta*), Dangeard (1927) (*P. umbilicalis*), Tseng and Chang (1956) (*P. tenera*) の観察と一致する。

幼芽の形について、岡村 (1900) が第九図版に 1 列の 1～18 個細胞からなる幼芽、4-5 列の細胞からなる先端の截形となつている幼芽を示し、殖田 (1937) は第 5-6 図に 1 列の 28 個位までの細胞からなる幼芽、これの縦の細胞分裂の行われているもの、及び先端が截形となり中性胞子を放出している幼芽を示している。また Kunieda (1939) も Pl. XXV 1～4, 10～26 に同様なナガバ型の幼芽を図示している。何れも本植物の幼芽の形と一致するようである。須藤 (1957) も同様である。須藤 (1950), 新崎 (1952, '57) の幼芽に関する報告は既述した通りであるが、これらと本植物との比較は難しい。1 列の細胞からなる幼芽が縦の細胞分裂を行い初める時の細胞数は環境によつて可成り変化があることは既に述べた通りである。

無性生殖即ち中性胞子の形成については "アサクサノリ" の名のもとに殖田 (1929, '37, '52), 日下部 (1929), 内藤 (1931), Kunieda (1939), 和田 (1941), 須藤 (1950), 新崎 (1952, '57), Tanaka (1952) 等の報告があるが、前記したようにマルバアサクサノリ或はスサビノリと思われるものも含めて論じていることが多い。これらの中、殖田 (1937) が 10 月上旬～11 月下旬の水温 15°C 以上の時に 200μ～1mm の幼芽で中性胞子を放出するとのべ、5～7 図に示しているものは本植物の無性生殖とよく一致する。1952 年の報告中第 33, 34 図に示しているものも同様である。

日下部 (1929) もマルバアサクサノリと思われるものを含めて述べているが、秋芽の上部細胞に中性胞子が形成されたとのべているのは本植物と似ている。しかし殖田 (1929) によるとその大きさ 2 分余とあり、その大きさから見て本植物と同じものか疑しい点もある。

内藤 (1931) は "海苔" として取扱つているが、この中にはアサクサノリの外にマルバアサクサノリと思われるものも含まれている。この中で 9 月下旬～11 月上旬に行つた実験で、幼芽の附着したスライドグラスに胞子が現われアマノリの幼芽として発芽したこと、筵に附着した顕微鏡的幼芽の大部分の先端が恰も切れたようになつていたこと、筵建込後 24 日に発芽初期の幼芽が急増したこと等の記述は本植物の無性生殖と関係のあるもののように思われる。

Kunieda (1939) のナガバ型はその殆どが本植物と同じものと思われるが、中性胞子はマルバ型で形成されるのに対し、ナガバ型ではないと述べている。しかして Textfig. 1, Pl. XXV Fig. 24, 26 に示しているナガバ型の幼芽の先端は截形となり、中性胞子を形成した本植物の幼芽と一致する。恐らく中性胞子形成を見落したものと思われる。

本植物と一致すると思われる須藤 (1950) の型 4 は 10 月末～11 月初に 0.1～1 cm の幼芽で中性胞子を形成すると述べているが、この幼芽の大きさが筆者の観察と異なつている。アサクサノリとして取扱つた 195

年の報告で 10 月末まで 0.2～2.3mm の幼芽で中性胞子の形成が行われると述べているのは筆者の観察と略々一致する。新崎 (1957) がアサクサノリの第 IV, V 型で 1mm 以下の幼芽で中性胞子を形成すると述べているのは本植物のそれとよく一致する。他の 和田 (1941), Tanaka (1952) が述べている無性生殖については本植物との関係を十分に明らかにすることは出来ない。

アマノリの幼芽として発芽する胞子は (9 月上旬)～9 月中・下旬～11 月上旬に出現することは前に述べた通りであるが、この間の水温は 24·5～14·5°C, また幼芽の着生の最も多い網の建込期即ち 9 月中・下旬～ 10 月上旬の水温は 22·3～18·9°C となつている (**Fig. 2**)。

これと関連して、アマノリの幼芽として発芽する胞子にはコンコセリス体の単胞子とアマノリの幼芽の中性胞子があるが、黒木・平野 (1956 a, b) は 1954～'55 年に松島湾に於いて本植物のコンコセリス体を海で培養し、(9 月上旬)～9 月下旬～11 月上旬～(3 月・4 月) に単胞子が放出されること及びこの間の水温は (25)～23～14·5～(2°C) なることを述べ、また室内の培養実験に於いてコンコセリス体は 24～15°C, 特に 21～18°C に於いて単胞子嚢をよく形成し且つ胞子をよく放出することを報告した。アマノリの幼芽に形成される中性胞子は 1951～'52 年の網建試験その他によると 9 月下旬～11 月上旬に形成され、特に 10 月上・中旬に盛んである。この間の水温は 20·21～14·5°C となつている。

これらのコンコセリス体の単胞子及びアマノリ幼芽の中性胞子の放出期は網建試験に於ける胞子の出現・着生期とよく一致する。しかして上記の海に垂下した糸状体が 11 月中旬以降水温 14·5°C 以下でも少いが単胞子を放出したことについて、筆者が未だかゝる時期に出現したと思われる天然のアサクサノリを見ていないが、かゝるものもあろうかと思われる。しかしこのように遅くなつて放出される胞子は少く、その発芽体は無性生殖を行わず、更に生育環境も好適とは思われないので、11 月中旬以降に出現する植物体はあるとしても極めて稀なものと考えられる。

なお、養殖に際して多数の幼芽を附着させ良い種網を得るための網の建込適期はコンコセリス体の単胞子の放出盛期或は幼芽の中性胞子形成の盛期と必ずしも一致しない。建込直後着生した幼芽がある期間中性胞子を形成して二次的増殖を十分に行わせるような時でなければならない。これより考えると網建試験の結果が示す通り網の建込適期は胞子出現の前期即ち 9 月中・下旬～10 月上旬ということになる。

朔望後 3·4 日目の建込網に幼芽の着生が多いということについては、大潮時に於けるコンコセリス体の単胞子或は幼芽の中性胞子の放出促進或は拡散も考えられるが、この時期の建込網では **Fig. 26** のように建込後数日間の昼間の干出時間が少いために、附着した胞子がよく発芽し、発芽体はよく生長して早く無性生殖を行うようになるためではないかと思われる。

マルバアサクサノリ

Porphyra kuniedai Kurogi

(Plate IX-XX)

Kurogi, 1957, p. 21; *Porphyra tenera* round type Kurogi, 1956, p. 13

性質

体は卵形・円形・腎臓形乃至漏斗状、時に楕円形をなし、円形・心臓形乃至腎形の基部を有す、ゆるく波皺し乾燥標本にすると数個の襞を生ず、屢々基部まで裂く、上縁辺に於いて不規則な凹凸を有しまた巻くことあり，茎部は不明瞭，5～10cm 高く[3]，4～15cm 広し，高さは幅の 0.5～1.5～(3) 倍あり，体は赤褐色を帯び青緑色はあまり強くない；縁辺は全縁にして顕微鏡的鋸歯なし；体は一層の細胞よりなる、中央部にて 28～35

3) 基部から上縁辺までの高さを示す。

μ 厚し，細胞は表面観にて不規則な三角・四角或は多角形をなし，不規則に配列す，体の中央部に於いて長径 11.5～23μ，短径 (6)～8～16μ あり，断面では四角形をなし，高さは幅より大きく時に略々等し，色素体は中央に1個存し，各方向に腕を出し星状をなす，基部細胞は大きく，卵形・楕円形をなし，仮根を出す，仮根は無色にして隔壁なく，3～5μ 太し；雌雄同体，雌雄部相混じて体の縁辺に生ず，雄部は体の下縁辺に白くぼやけて存し，また上部にて体の内方に縦に走れる縞状の斑をなして存す，縞状の雄斑は 1～3mm 広し，この雄斑は細く短く飛白状を呈することあり，雌部・雄部に夫々顕微鏡的小区劃の雄部・雌部を屢々内在す；精子嚢は長径 14～23μ，短径 11.5～16μ あり，a/4, b/2～(4)，c/4 の分裂様式を示し，普通 32 屢々 64 の精子を形成す，精子は直径 3～5.5μ，淡緑色の小さい板状の色素体を1個有す，嚢果は長径 14～25.5 μ，短径 (9)～11.5～18.5μ あり，a/1～2, b/1～(2)，c/2 の分裂様式を示し，普通 2～4 稀に 8 の果胞子を形成す，果胞子は中央に塊状乃至短い腕を持つた星状の色素体を1個有す，顆粒状分質に富む，直径 (11.5)～14～16～(18.5)μ あり，精子嚢・嚢果形成部の厚さは体の中央部の厚さに略々等しい，秋と春～夏に中性胞子を形成して無性生殖を行う。

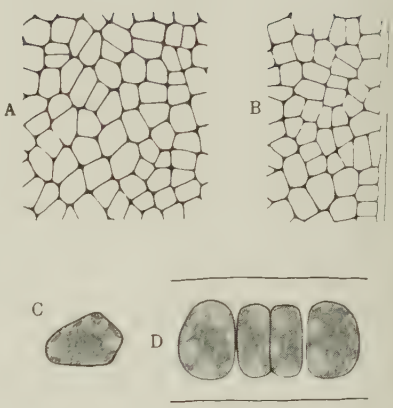


Fig. 29　マルバアサクサノリの栄養細胞

P. kuniedai, vegetative cells, A, C, D in the middle part of thallus, B in the marginal part, A-C surface veiw, D cross section. A,B ×290, C ×680, D ×440.

Materials collected on Dec. 13, 1954 at Yachihama (A, B) and on Jan. 20, 1958 (C) and Jan. 16, 1956 (D) at Ishihama.

観察材料と方法

本植物の形態・生態の観察は 1951～'56 年に松島湾各所の天然に着生しているもの及び筵に着生するものによつて行つた。生態の詳細な観察は、1951 年度は断片的であつたが、後述するように塩釜・石浜・代ケ崎・石地浜に調査地点を設け、必要に応じて筵建試験を行い、定期的に先づ本植物の着生の有無・状態を調べ、必要量を採集してその生長度、生殖器官形成の有無・種類を調べ、併せてその形態的観察を行つた。生殖器官の種類の区別にはその形態的観察だけでなく、放出胞子の発芽試験も併せて行い、その発芽形態を験した。

観察は殆どすべて生の材料によつて行つた。

形態の観察

体形と栄養器官

本植物の未熟或は成熟し始めたものは卵形・円形時に楕円形を示し、円形乃至心臓形の基部を有する。生長するに従つて心臓形乃至腎形の基部をもつた円形・漏斗状或はこれらの不規則な形を示すようになる。また基部まで深く裂け、2·3 乃至数個の裂片からなるものも現われてくる。なお生育の早期に出現したものは漏斗状のものが多く、後期に出現したものでは卵形のものが多く現われる。また密生するものは疎生するものより卵形のものが多く見られる。

体の基部は少し傾臥し、特に心臓形・腎形の基部をもつたものに於いてその縦断面を見ると下面に上面より多くの仮根が出されている (**Fig. 30, c, Plate XVI, F**)。また 0.1～1cm 位の幼体では屢々上面に凹んだ形をしている。

体の色はアサクサノリに比べて赤褐色味が強い。

体の大きさは普通高さ 5～10 cm、幅 4～15 cm 位あるが、高さ・幅共に 20～30 cm になることも珍らしくない。なお漏斗状のものでは高さは丁度円形の体の半径に当るから 高さが小さくとも体は可成り大きいものである。

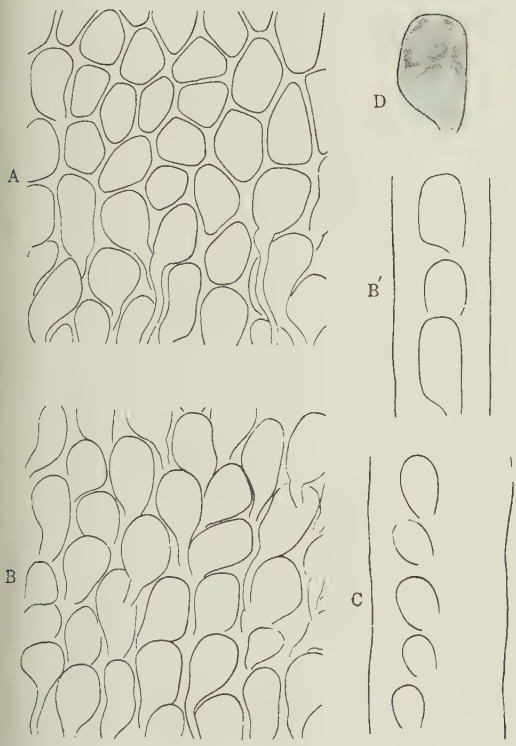


Fig. 30 マルバアサクサノリの基部細胞

P. kuniedai, basal cells. A upper basal cells, B,B′, D middle ones, C lower ones. A, B, D surface view, B′, C longitudinal section. A-C, B′ ×290, D ×440.

Materials collected on Dec. 13, 1954 at Yachihama (A, B), Jan. 16, 1956 (B′, C) and Jan. 20, 1958 (D) at Ishihama.

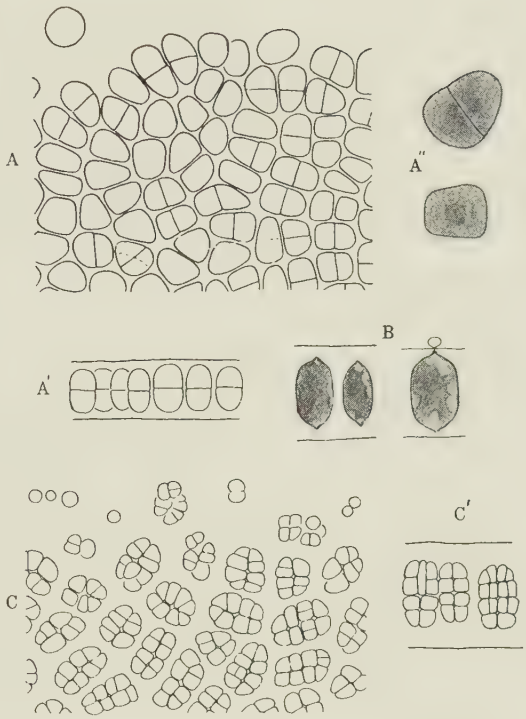


Fig. 31 マルバアサクサノリの有性生殖器官

P. kuniedai, sexual reproductive organs. A, A′, A″ cystocarps. B female cells and the connection with spermatium, C, C′ antherida. A, A″, C surface view, A′, B, C′ cross section. A, A′ ×290, A″ ×680, B, C′ ×440, C ×430.

Materials collected on Jan. 16, 1956 (A-C, C′) and Jan. 20, 1958 (A″) at Ishihama and Jan. 9, 1955 at Yachihama (A′).

Table 8. マルバアサクサノリの体の各部に於ける細胞の大きさと体の厚さ

P. kuniedai, dimension of vegetative cells and thickness of thallus in the different parts.

part of thallus	dimension of cell (μ)	thickness of thallus (μ)
middle part	11.5～23 × 8 ～16	35
marginal part		28
lower part	21 ～39 ×14 ～25.5	—
above basal part (without rhizoid)	32 ～57.5×18.5～27.5	—
upper basal part (with rhizoid)	32 ～69 ×18.5～25.5	45
lower basal part (with rhizoid)*	21 ～39 ×14 ～21	65

The material 5cm high, round, with umbilicate base, collected on Jan. 16, 1956 at Ishihama.

* Measuring of cell content

体の厚さ・細胞の大きさは体の下方で大きく、体の両縁で小さい（**Table 8**）。精子嚢・嚢果の部分は体の中央部とその厚さ・大きさに於いて略々同じである。たゞ両縁の精子嚢部はいくらか薄い。また十分に生長し成熟したものでも生育前期のものは後期のものに比べて体の厚さ・細胞の大きさ共に小である（**Table 9**）。

Table 9　マルバアサクサノリの生育前期・後期に於ける体の中央部の細胞の大きさと体の厚さの比較

P. kuniedai, comparison of dimension of vegetative cells and thickness of thallus in the middle part between two plants in the early and late season of growth.

material (date of collection)	dimension of cell (μ)	thickness of thallus (μ)
A (Dec. 13, 1954)	9 ～19.5×6～14	28
B (Jan. 9, 1955)	12.5～20.5×8～14	35

Material A 8cm high, round, with umbilicate base, collected at Yachihama, B 7cm high, having the same shape as A and collected at the same place.

生殖器官

本植物は有性生殖と無性生殖を行う。有性生殖器官としては精子嚢と雌性細胞（造果器）が形成され、雌性細胞は授精して嚢果となり果胞子を生ずる。無性生殖器官としては有性胞子嚢（単胞子嚢）が形成され有性胞子（単胞子）を形成する。この有性・無性生殖はその時期を異にし、有性生殖は冬に行われ、無性生殖は秋と春～夏に行われるのが一般である。しかして秋から冬にかけて無性生殖から有性生殖に移る時及び冬から春にかけて有性生殖から無性生殖に移るときに、無性生殖器官と有性生殖器官が同一個体に存するものが現われる。

有性生殖器官

有性生殖器官は 1.5～4cm 以上の大きさ（高さ）の体で形成される。この有性生殖器官は早期に出現した個体では無性生殖器官を形成した後に形成されるが、後期に出現した個体では無性生殖器官を形成する時代なく直接有性生殖器官を形成する。

この初めから有性生殖器官を形成するものに於いては、先づ体の上縁辺部が白くぼやけて雄部が現われる。この雄部が次第に内方に、また両縁に拡がり、それと共に上縁辺部の雄部の内方に雌部たるべき色の濃い部分が縦にいくつか突出してくる。次いで体の上縁辺の雄部の精子嚢は精子を放出し、内方の雌部が縁辺に現われるようになる。かくて体の上部に於いては雌部の間に雄部が介入し、或は雌・雄部相並んで縦縞が形成され、下縁辺は雄部で縁取られている。

次に無性生殖器官を形成した個体が有性生殖器官を形成する時は、先づ体の下縁辺に白くぼやけた雄部を示し、体の有性化が進むにつれて上部に於いても縦に介入する雄斑が現われる。

縦縞をなす雄斑は体の基部の方に向き、上縁辺では縁辺に直角に、両縁では斜めに走り、縁辺に平行することはない。雌部・雄部には多かれ少かれ顕微鏡的或は肉眼的小区画の雄部・雌部を夫々介在する。雄斑が短くちぎれ飛白状を呈することも屢々ある。一般に十分に成熟したものでは雄斑は長く介入し、幅が広い、また雌部・雄部に夫々小区画の雄部・雌部を介在することも少い。

精子嚢は a/4, b/2～(4), c/4 の分裂様式を示し、32 時に 64 に分裂する。表面観では 8 に分れているものの多く、またその分裂状態は不規則に配列していることが多い。嚢果は a/1～2, b/1～(2), c/2 の分裂様式を示し、2～4, 稀に 8 に分裂する。表面観では未分裂或は 2 に分れ、4 に分れていることは稀である。

雌性細胞はアサクサノリと同様に嚢果部の内方に見られる。表面観では栄養細胞と殆ど区別出来ず、分裂もなくまた内容も濃くない。断面では内容の両端が僅かに突出し紡錘形をなしている。この突出部と体表に附着した精子との間に連絡糸が見られる。内容の突出部が体表まで突出するものは普通は見られない。なお表面観で

Fig. 32 中性胞子を形成するマルバアサクサノリの幼芽

P. kuniedai, plantlets producing neutral spores. ×20.

Materials collected on Sept. 15, 1955 at Yachihama (upper plantlets) and Oct. 6, 1953 at Ishihama (lower ones).

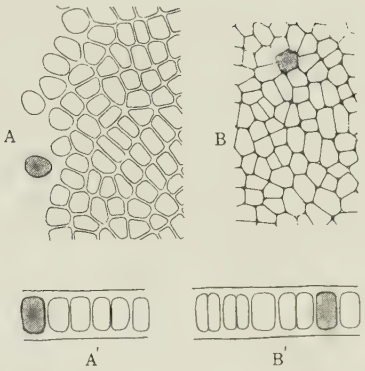


Fig. 33 マルバアサクサノリの無性体の中性胞子嚢と栄養細胞

P. kuniedai, neutral sporgangia (A, A') and vegetative cells (B,B') of the asexual plant. A, B surface view, A',B' cross section. × 290.

Materials collected on May 27, 1953 (A), May 24, 1955 (A', B') and Aug. 26 (B) at Yogasaki.

は未分裂であるが、断面に於いて既に 2 分した濃い色の嚢果で雌性細胞に見られるような内容の突出部を一端に或は両端に残すものがある。

褪色して黄味を帯びた体では嚢果形成部に於いて、果胞子嚢の間に表面観で栄養細胞と同様な内容を示し、断面で内容の両端に突出部をもつた雌性細胞の混在するものがある。時には嚢果が少く、雌性細胞の多いものもある。かゝるものでその胞子の放出状況を見ると、雌性細胞と思われるものからも胞子が放出されている。そして筆者の一実験ではかゝる部分から放出された胞子の大部分が糸状発芽を行つたが、雌性細胞からの胞子が糸状発芽をしたか否かは確められなかつた。

更に体の色がすつかり褪せてくると、嚢果形成部で濃い色の嚢果と内容の貧弱な細胞とが混在するのが見られる。この細胞は断面に於いて雌性細胞に見られるような突出部なく栄養細胞と同じ形を示している。かゝる部分をとつて胞子の放出を調べて見ると、内容の貧弱な細胞からも胞子の放出されるのが見られるが、糸状発芽するものと共に未発芽のものが多数存する。

無性生殖器官

無性生殖器官は有性生殖器官とその形成時期を異にし、秋と春～夏に形成されることは先に述べた。この中性胞子を形成する体は有性体と同様に卵形・円形・腎臓形或は漏斗状をなす。体が腎臓形をなし、上縁辺が不規則に凹凸し或は巻くのは有性体よりこの無性体に多い。大きさは 1 cm 位から 5～6 cm 位が普通であるが、1mm 位の小さいもの或は 10～20cm 位の大きいものもある。1～10mm 位のものでは屢々楔形或は扇状を示す。中性胞子形成体の大きさ及び形成し始める大きさは時期によつて異なり、一般に晩秋・初春に大きく、また初秋・夏に小さい中から形成される（後述参照）。

この無性体の中央部に於ける厚さは 21～26μ，細胞の大きさは長径 (8)～10～16～(23)μ，短径 (6)～8～11.5μ あり、体の厚さ・細胞の大きさ共に十分成熟せる有性体より小さく、若い体のそれと同じである。体の各部に於ける厚さ・細胞の大きさの差はあまり顕著ではないが有性体と同様である。また基部に於ける傾臥も有性体と同様である。

中性胞子嚢は体の上縁辺の細胞がそのまゝ何らの分裂・変形もすることなく、内容を充実して形成され、中

に 1 個の中性胞子（単胞子）を形成する。中性胞子嚢の大きさ・形は内方の栄養細胞と同じく、断面にて一層をなし、厚さも栄養細胞部と同様である。

無性生殖の最も盛んに行われる 10 月下旬頃及び 5 月～7 月頃には体の縁辺に内方の未熟な部分とはつきり区別の出来る成熟帯を示すことが多い。この成熟帯は大きい個体で明瞭で 2～3 mm 或はそれ以上の幅を有する。成熟帯を有する個体を採集し、暫くしてから海水に浸すとこの部分の胞子嚢は殆ど同時に破れて胞子を放出するのが見られる。そして未熟な部分が体の縁辺に出て来る。

晩秋（11 月上・中旬）或は春先（3 月～4 月）の古い個体では中性胞子嚢が 2～4 或はそれ以上集団をなして配列し、恰も中性胞子嚢は栄養細胞が分裂することによつて形成されるかの如く見えることがある。

有性生殖器官と無性生殖器官の混在

秋から冬にかけて（11 月）及び冬から春にかけて（3 月中旬～4 月上旬）、生殖器官が有性化或は中性化する時に、有性生殖器官と無性生殖器官が同一個体に有するのが見られる。時に冬期間に於いてもかゝるものがある。このような個体に次のようなものがある。

1) 中性胞子嚢形成の体に分裂の不十分な精子嚢が痕跡的に介在するもの $-n\,(a)$. 雄斑は認められない。生殖器官が有性化し始める時と中性化の終りに見られる。

2) 中性胞子嚢だけを形成している部分と中性胞子嚢・精子嚢の混在している部分とを有するもの $-na$. 精子嚢の多少によつて体の縁辺にかすかに白くぼやけた部分を肉眼で認めることが出来るものと然らざるものがある。

3) 中性胞子嚢と嚢果とが混在する部分と精子嚢・中性胞子嚢・嚢果の混在する部分の存するもの $-nac\,(=can)$. 中性胞子嚢と嚢果が同じ位にある場合

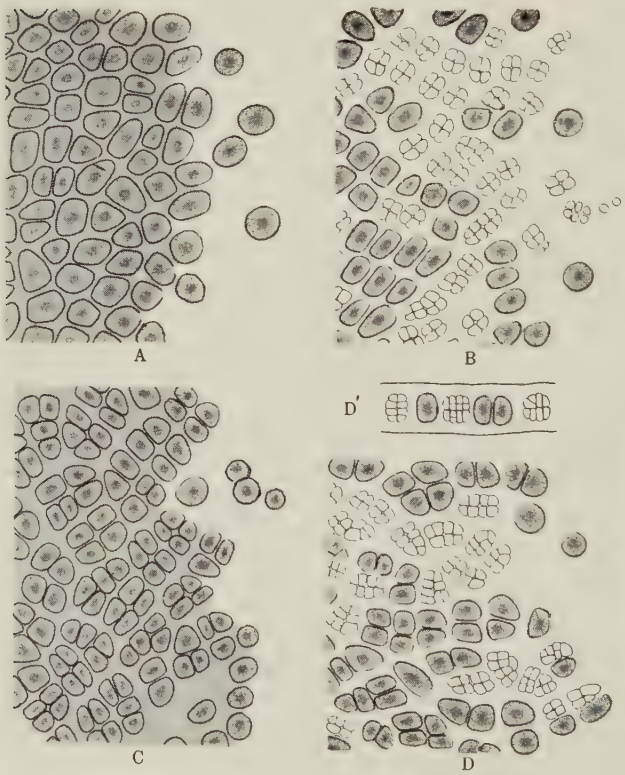


Fig. 34 マルバアサクサノリの *na* 体に於ける中性胞子嚢と精子嚢の混在

P. kuniedai, mixing of neutral sporangia with antheridia in *na* plant. A,C part of neutral sporangia only, B,D, D′, part of antheridia mixed with neutral sporangia, C,D,D′ showing grouping neutral sporangia. ×290.

Materials collected on Mar. 5, 1954 at Ishihama (A,B) and Mar. 19, 1954 at Shiogama (C,D,D′).

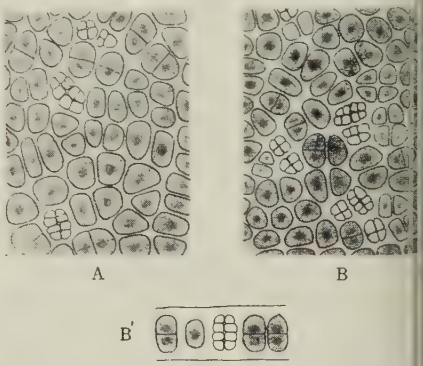


Fig. 35 マルバアサクサノリの *nac* 体の嚢果部に於ける 精子嚢・中性胞子嚢の混在

P. kuniedai, antheridia and neutral sporangia (light coloured in B,B′) mixing in cystocarpic part. ×290.

Materials collected on Jan. 9, 1955 (A) and Dec. 13, 1954 (B,B′) at Yachihama.

−nac, 前者が多く後者が少い場合 *−na(c)* 及び前者が少く後者が多い場合 *−ca(n)* とがある。縁辺の雄部は肉眼で認められるが、その輪廓は不明瞭である。また雄斑が縦に入りこむことも少い。

中性胞子嚢と嚢果とが混在している場合に中性胞子嚢が表面観及び断面で分裂していないのは勿論であるが、表面観で嚢果と比べて明るい色を呈している。また (2), (3) の *na*, *nac* の場合には中性胞子嚢が小さく、2〜4 集団をなしていることが多い (**Fig 34, 35**)。(1), (2) の *n(a)*, *na* の場合には時に表面観或は断面に於いて精子嚢と中性胞子嚢が折半していることがある。

なお生殖器官の有性化に際しては上記の *nac* の状態から精子嚢と嚢果だけをもつた有性体 *−ca−* になり、雄斑もはつきりしてくるが、有性化した初めは雄斑は一般に細く短く飛白状を呈することが多い。また雄部に嚢果を、雌部に精子嚢を不規則に混在する (**Fig. 35**, **Pl. XVIII, E, F**)。雌部に嚢果だけを、雄部に精子嚢だけを形成するようになるのは有性化が十分にすゝんでからである。

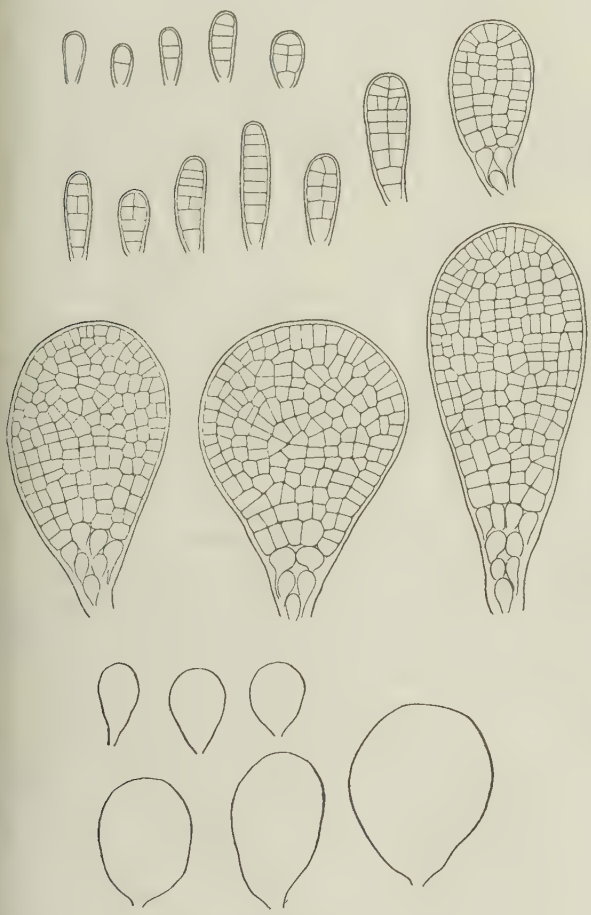


Fig. 36 マルバアサクサノリの幼芽

P. kuniedai, buds on bamboo stake in the sea. A ×290, B ×70. Materials collected on Aug. 13, 1953 at Shiogama.

幼芽

本植物の幼芽は他のアマノリがなくなつた後も長く存するので、天然に於いても他種と混同することなく、容易に観察することが出来る。

幼芽は初め 1 列に並んだ細胞からなる。この細胞が (3)〜4〜6〜(10) 個になると縦の細胞分裂が行われて 2 列になる。縦の細胞分裂は基部細胞には行われない。1〜2 列細胞からなる幼芽は棍棒状・長卵形乃至楕円形をなし、その長/幅は (1.5)〜2〜3〜(3.5) ある。1 列細胞の幼芽の高さは細胞の多いものが大であるが、幅の増加は顕著でない。

更に横・縦の細胞分裂が続いて生長し、基部細胞の外に下部細胞からも仮根が出されるようになるが、高さと幅の生長は殆ど同じで、幼芽は卵形或は楕円形を示すようになり、1 mm 位の大きさでは多くは卵形或は円形となる。基部の形も初め楔形のものが次第に円くなつてくる。

肉眼的大きさになつて以後は、基部の形は円形・心臓形或は腎形となるが、体形は生殖器官（有性的或は無性的）が形成されるまでは上記の卵形・円形時に楕円形の形が略々維持される。胞子或は精子が放出されるようになると、高さより幅の生長が大きくなり、既述したように腎臓形或は漏斗状のものが現われてくる。

Table 10. マルバアサクサノリの1列及び2列細胞の幼芽の大きさ
P. kuniedai, dimension of uniseriate and diseriate buds.

number of cell	uniseriate bud (height × breadth in μ)	diseriate bud (height × breadth in μ)
1	14 ～31.5× 9 ～12	
2	21 ～35 × 9 ～14	
3	18.5～42 × 7.5～15	23 ～38.5×11.5～17.5
4	23 ～49 × 8 ～16	23 ～45.5× 9 ～19
5	23 ～45.5× 9 ～17.5	27.5～49 ×12.5～19
6	42 ～56 ×14 ～19	
7	52.5～63 ×16 ～19	
8	59.5×17.5	

Materials having been obtained from the sea as well as from the cultures of neutral spores and monospores of *Conchocelis*-thallus.

胞子の培養

中性胞子の培養

無性体より放出した中性胞子は初め不定形でアメーバ運動をなす。後に円くなつて 11.5～15～(17.5)μ の直径を示す。内容は充実し中央に1個の塊状乃至星状の色素体を有す。基質に附着すると先づ伸長して直立し、続いて横の細胞分裂を行い1列の細胞からなる発芽体となる。この分裂が2-3回行われると今度は縦の

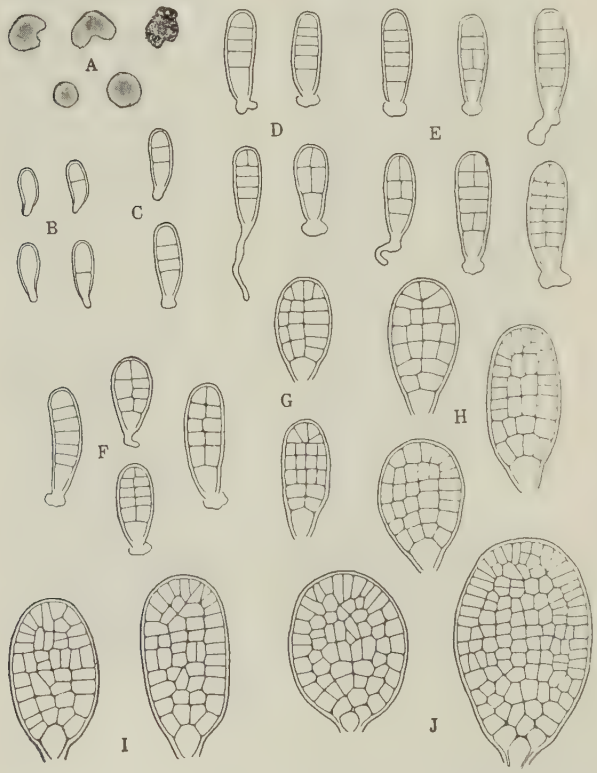


Fig. 37 マルバアサクサノリの中性胞子とその発芽体
P. kuniedai, neutral spores and their germlings (cultured from May 24, 1955). A sproes, B-J germlings B after one day, C two days, D three days, E four days F five days, G one week, H eight days, I ten days, J two weeks. ×290.

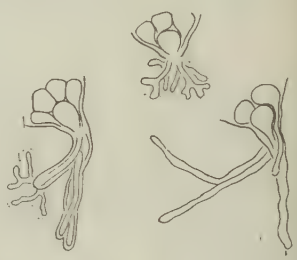


Fig. 38 マルバアサクサノリの中性胞子発芽体の基部
P. kuniedai, base of the germling of neutral spore (after two weeks in the culture of May 24, 1955). ×290

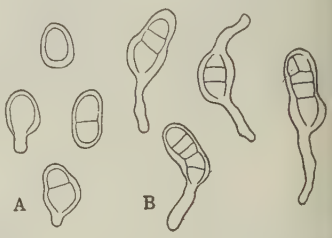


Fig. 39 マルバアサクサノリの未熟な中性胞子の異状発芽
P. kuniedai, abnormal germlings of immature neutral spores (cultured from May 24, 1955). A after three days, B one week. ×290.

細胞分裂も行われて天然に見られる本植物の幼芽と全く同様な発芽体となる。

この発芽・生長の経過について、1955 年 5 月 24 日に代ケ崎で採集した無性体を用いて中性胞子を培養した結果をのべる。培養に際しては 1*l* 及び 25*l* 容のガラス容器を用いた。培養水はアサクサノリと同じで、3～5 日毎に換水し、攪拌を行つた。基質にはスライドグラス・カキ殻・アミラン糸・コイルヤーン糸を使つた。

1 日後　大部分未発芽，一部 1～2 個細胞の発芽体となる。

2 日後　殆どすべて発芽，大部分が 2 個細胞となり、一部は 3～4 個細胞体となる。

3 日後　3～4 個の細胞体、一部は 5～6 個細胞体になる、3 個・5 個細胞体で各 1 個体、縦の細胞分裂を行つているものを認む。

4 日後　大部分が 4～6 個細胞体になり、3～6 個細胞体で縦の細胞分裂を行つているもの多数存す。

5 日後　4～6 個細胞体で基部細胞を除くすべての細胞で縦の分裂を行い細胞が 2 列に並べるもの多数あり，5～6 個細胞体稀に 7～8 個細胞体で未だ縦の細胞分裂を行つていないものもある。

6 日後　第 2 の縦の細胞分裂を行うものも現われる，横の分裂はすゝんでいない。

7 日後　第 2 の縦の分裂は更にすゝみ、4 列の細胞からなるものも生ず，横の細胞分裂も再び行われるようになる，発芽体の大きさは高さ 63μ，幅 28μ まである。

10 日後　縦・横の細胞分裂すゝみ、4～5 列細胞からなるもの多く、6～7 列細胞のものも存す，大きさは高さ 91μ，幅 42μ までである。

14 日後　8～10 列細胞体になる，大きさは高さ 105～115μ，幅 56～70μ に生長す，基部以外の下部の細胞からも仮根を出すようになる。

18 日後　発芽体の大きさは高さ 105～175μ，幅 94μ までになるが、生長は順調でなく、体形の不規則になるものが多くなる。

以上のように基質に附着した胞子は先づそのまゝ伸長して直立し、横の細胞分裂を行い、この上方の細胞が更に 2·3 回同様な分裂を行つて細胞が 1 列に並んだ発芽体となる。この間の分裂の速度は 1 日に 1～2 細胞の増加を示した。次いで、この発芽体の細胞が 4～6(3～8) 個になると縦の細胞分裂が行われ、細胞が 2 列に並ぶようになる。この縦の分裂も横の分裂と同様に基部の細胞では行われない。基部細胞を除いた他の 1 或は 2 以上の細胞で先づ縦分裂が行われ、漸時各細胞に及ぶ。どの細胞から先に分裂するかは決つていない。1 回目の縦の分裂が行われている間は横の分裂はあまり行われない。以後縦・横の細胞分裂が更にすゝんで生長し、基部以外の細胞からも仮根を出すようになる。生長するにつれて細胞分裂は体の上部で盛になる傾向を示してくる。発芽体の形は 1～2 列細胞からなる時は棍棒状或は楕円形をなし、その長/幅は (1.6)～2～3～(3.4) で、8～10 列細胞の時は卵形・楕円形でその長/幅は 1.4～2 であつた。

発芽体の細胞は 1 列細胞からなる時は基部細胞を除いて一般に高さより幅の大きい矩形をなすが、縦の細胞分裂が行われると共に狭くなつてくる。4 列細胞時頃までは比較的に大きく、その配列も規則的であるが、以後次第に細胞は小さく、配列も不規則になる。なお 6 列細胞体に於ける細胞の大きさは長径 8

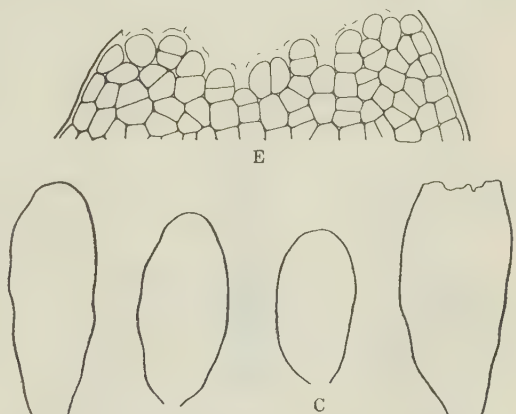


Fig. 40 マルバアサクサノリの中性胞子の発芽体と中性胞子の再形成

P. kuniedai, germlings of neutral spores in the calm culture of May 24, 1955, showing their elongated shape and reproducing of neutral spores. A-C after three weeks, D,E one month. A-D ×70. E ×290.

～14μ，短径 4.5～9μ であつた。

仮根は最初に発芽体の基部細胞から出され，長く糸状に伸びたり或は平たい盤状をなす。スライドを基質とした時は特に長く伸長すること多く発芽体の 2 倍以上になることも珍らしくない。稀に分枝することもある。小盤状をなすときは先端がいくつかに小さく切れ，これも寒天質様物質で包まれているのが見られる。仮根は無色で隔壁なく 2.5～5μ 太い。発芽体が 8～10 死細胞位になると，基部の上の細胞からも再生的に仮根が出される。

なお上述の培養に於いて 1*l* 容器に換水も行わず静置しておいたものがあつた。これを 21 日後に調べた所，上記の発芽体よりも大きく，高さ 300～480μ，幅 120～175μ になつているのを認めた。その形は一般に長めでその長/幅は (1.5)～1.8～2.8～(3.3) あり，やゝ褐色し，細胞の内容は貧弱であつた。これを換水・攪拌して培養した所，色もよくなり，30 日後には 400～900μ の高さに生長した。そしてこの発芽体の中に先端部に中性胞子を形成し放出しているものも見られた。

以上の実験の外に同日に上縁辺の細胞が未熟で胞子を放出した直後と思われる無性体を用いて胞子の放出を試みた。内容の未だ充実していない未熟な細胞（胞子嚢）から少数の胞子が放出されたが，これらの胞子は異常な発芽をするもの多く，厚い膜を被つて不規則な形をなし，分裂もすゝまず，また体の両端から仮根を出すものも見られた（**Fig 39**）。

Fig. 41　マルバアサクサノリのコンコセリス体

P. kuniedai, Conchocelis-thallus. A-C vegetative portion, D-I monosporangial branch. F,H showing a pore of monospore liberation. ×290.

Materials obtained from the carpospore culture of Jan. 7, 1954 (A-E) and the culture of Feb. 15, 1955 (F-I). A-C May 17 and 28, 1954, D-I Sept. 7, 1955.

果胞子の培養とコンコセリス体

果胞子はアサクサノリその他のアサクサノリと同様に発芽管を出して発芽し糸状体になる。貝殻を基質とするときはその内層に侵入して所謂コンコセリス体になる。この発芽体の貝殻への侵入・生長の方法はアサクサノリと同じで，放射状に生長した斑を形成する。

枝は対生或は輪生して複羽状の分枝を示す。枝を出す部分は一般に膨大する。細い所で 2～5μ 太く，膨大部で 6～10μ ある。単胞子嚢枝は分枝せず或は分枝し，20 或はそれ以上の単胞子嚢が 1 列に並ぶ。太さは (9)～10～13～(14)μ あり，胞子嚢の長さは太さと略々等しく，中央に 1 個の塊状或は星状の色素体を有する。放出した単胞子は (8)～9～11.5～(14)μ の直径を有する。これ等の形態的特徴はアサクサノリと殆ど区別出来ない。たゞコンコセリス体の斑はアサクサノリより小さくいくらか赤味を帯びているようである。

コンコセリス体の生長・成熟の経過の概略を 1954 年 1 月 7 日果胞子付して行つた培養実験によつて述べると次の通りである。

コンコセリス体は 3 月初めに肉眼的小斑として認められた。5 月中旬には斑の直径 3～5 mm となり、胞子枝が形成され始め、下旬には 10 個細胞（胞子嚢）からなる胞子嚢枝が多数形成された。そして 6 月上旬に多数の胞子が放出されるのが認められた。以後 7 月・8 月は体の生長・胞子嚢の形成は認められたが、胞子の放出はなく、9 月下旬に再び放出し始めた。

この胞子嚢の形成・胞子の放出の経過について、本種と一緒に同様な方法でアサクサノリ（1 月 6 日果胞子付）、スサビノリ（3 月 10 日果胞子付）、マルバアマノリ（1 月 8 日果胞子付）及びウップルイノリ（1 月 8 日果胞子付）のコンコセリス体の培養を行つたのであるが、これ等の胞子嚢形成の時期はすべて本種よりおくれ、筆者が 1953 年に報告したものと略々同じく、マルバアマノリ，ウップルイノリでは 6 月中旬から、アサクサノリ，スサビノリでは 7 月上旬から胞子嚢が形成され、胞子の放出はすべて 9 月になるまで認められなかつた。このように本植物のコンコセリス体は胞子嚢形成・胞子放出の時期に於いて他と異なる点がある。

Table 11. マルバアサクサノリのコンコセリス体の単胞子と葉状体の中性胞子の 1 列細胞時に於ける発芽体の大きさの比較

P. kuniedai, dimension of uniseriate germlings of monospores of *Conchocelis*-thallus and of neutral spores of leafy thallus

number of cell	germling of monospore (height × breadth in μ)	germling of neutral spore (height × breadth in μ)
1	14 ～16 × 9 ～10.5	17.5～31.5 × 10 ～12
2	18.5～23 × 9 ～10.5	24.5～35 × 10.5～14
3	18.5～24.5 × 7.5～10.5	30 ～42 × 10.5～15
4	23 ～25.5 × 8 ～11.5	30 ～49 × 12 ～16
5	23 × 9	35 ～45.5 × 14～17.5

放出した単胞子は他の胞子と同様に初めアメーバ状をなし、後円くなる。基質に附着して中性胞子と同じく肉眼的に見られる本種特の幼芽と同じ形をしたアマノリの幼芽として発芽する。発芽・生長の経過は中性胞子の場合と同様であるが、1 列細胞からなる幼芽の大きさは中性胞子のそれより小さいようである（**Table 11**）。これは単胞子が中性胞子より小さいためと思われる。

1954 年 1 月 7 日果胞子付して得たコンコセリス体の単胞子の発芽体を **Fig. 42** に示した。この培養は中性胞子の場合と同様な方法で行つたが、単胞子付は 10 月 1 日～11 日と続けて行つた。この間、胞子の放出は 7 日頃から多くなつた。胞子の発芽は初めあまりよくなかつたが，11 日頃より順調になつた。生長は中性胞子の場合より緩慢であつた。

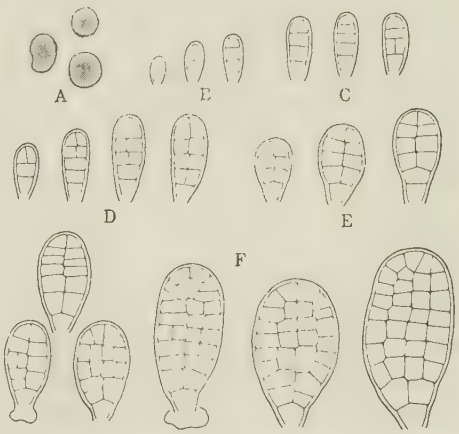


Fig. 42 マルバアサクサノリのコンコセリス体の単胞子とその発芽体

P. kuniedai, monospores of *Conchocelis*-thallus and their germlings (cultured from Oct. 2-11, 1954). A monospores, B Oct. 4, C Oct. 11, D Oct. 18, E Oct. 31, F Oct. 32. ×290.

生態の観察

本植物は海苔簀，竹・木等の杭或は岩・石に着生する。時にフノリ・ヒメテングサ上に着生しているものも見られる。海苔簀に着生する時は他のアマノリと混生するのが普通であるが、殆ど本種だけが着生することもある。冬から初夏にかけてよく繁茂する生育期間の長いものである。

この生育及び生殖器官形成の状態を主として塩釜湾・浦浜・代ケ崎・谷地浜に於いて観察した。各地点に於ける調査の概要は次の通りである。

塩釜湾

1952 年 9 月～'56 年 8 月に調査した。調査地点は湾内の一匹島地先が主であるが、湾全体について調査し、ノリ簀・簀の支柱竹・カキ筏の杭等に着生したものを調査した。

この間 1952 年 9 月～翌年 8 月は北海道の有珠湾から移植した簀のもの及びこの中性胞子に由来したと見われるものについて観察した。

1953 年 9 月～翌年 8 月は 9 月 25 日に一匹島地先に建込んだ簀に附着したもの、谷地浜（後述）から移殖したもの及びこれらの簀に 3 月 27 日重ね簀して得たもの等について観察した。

1954 年 9 月～翌年 8 月は連続的な詳しい調査は行わず，これまでの調査結果との比較を断片的に行い、春から夏にかけての消長に特に注意を払つた。

1955 年 9 月～翌年 8 月はコンコセリス体の単胞子を実験室で 海苔簀に附着させて、これを 9 月 6 日に都島地先に、9 月 20 日に一匹島地先に移植して得たもの及びこれらに 10 月 13 日，31 日，11 月 25 日に重ね簀して得たものについて追試的な観察を行つた。

塩釜湾には 1951 年には本植物は殆ど見られず、アサクサノリの項で述べた一匹島地先の簀建試験に於い見られたようにアサクサノリだけが着生した。これが 1952 年 9 月に有珠湾から多数の本植物の着生したノリ簀が移殖されて多く見られるようになつた。塩釜湾で観察した簀には本植物と共にアサクサノリも着生したが然し有珠湾から移殖したもの及び重ね簀によつて得たものは殆ど本植物だけが附着し、また 春から夏にかけては本植物だけが存した。

石浜

1952 年 11 月から '54 年 7 月まで調査を行つた。舟付場の桟橋のコンクリート柱に着生したものを主として観察し、附近の岩・杭に着生したものを参考にした。この石浜及び近くの桂島附近には 1951 年にも本植物の着生しているのが見られた。

コンクリート柱に着生したアマノリは本植物が大部分で、これに附着層を少し異にしてクロノリ (?) が少し混り、稀にアサクサノリ、イチマツノリが見られた。

代ケ崎

1952 年 11 月から '54 年 9 月まで調査を行つた。以後も断片的ではあるが、春から秋にかけての消長にも関して '55 年 9 月まで観察した。堤防の石及びフノリ上に 着生したもの及び 堤防工事のためにかけてあつた仮の鉄柱に着生したものによつて観察した。

1951 年にも本植物の着生は見られたが、こゝに冬期着生するアマノリは種類が多く、ウップルイノリ、マルバアマノリ，スサビノリ及び着生場所を異にしたが僅かのアサクサノリも本植物と共に存した。春になると本植物とスサビノリだけになり、スサビノリは主に他の海藻上に着生した。夏期には本植物だけが残つた。

谷地浜

1953 年 9 月から '55 年 11 月にかけて、簀・支柱竹及び岩に着生したものを調べた。こゝには 1952 年に有珠湾からもつてきた本植物の着生した簀が業者によつて移殖され、1953 年，'54 年，'55 年夏に本植物を越夏させようと多数の簀の支柱竹が残された。

この間 1953 年には 9 月 6 日～9 日に張込んだ簀，これに 10 月 10 日及び 27 日に重ねた簀に着生したものを観察した。9 月 6 日～9 日の簀には多数の本植物が着生し、少数のウップルイノリが混生した。10 月 10 日，27 日の重ね簀には本植物だけが着生した。

1954 年には 8 月 31 日，9 月 9 日，24 日に張込んだ簀のものを観察した。何れの簀にも本植物とウップルイノリが着生し、稀にマルバアマノリの混生が見られたが、早く張込んだ簀程ウップルイノリが多く、後のものに本植物が多くなつた。しかし後には本植物の幼芽がどの簀にも多数着生した。

1955 年には 8 月末日，9 月上旬，中旬，10 月上旬に張込んだ簀のものを観察した。8 月末日，9 月

Table 12. マルバアサクサノリの生長と生殖器官を形成し始める大きさ
P. kuniedai, growth and initial size to form reproductive organs.

Ishihama (on pile)			Yachihama						
date of observ.	height	initial height to form reprod. org.	date of observ.	height "hibi" of Sept. 9	height "hibi" of Oct. 10	height "hibi" of Oct. 27	height bamboo (rock)	initial height to form reprod. org.	
			1953 Sept. 22				2～3cm (1～2mm)	1～2mm	asexual reprod.
1953 Oct. 6	1～2mm	1～2mm	Oct. 5	2～3mm				2～3	
20	2～6	2～6	19	4～6cm			4～6cm	1.5cm	
			28		1mm				
Nov. 5	0.5～1.5cm	0.5～1cm	Nov. 2	5～6		micro.size		2	
16	3～5	1～1.5	14	6～10	3～4cm			2～3	
Dec. 12	4～6	1.5～2	Dec. 2	10～15	5～8				sexual reprod.
25	4～6 or more	〃	23	〃	8～10		10～15	2.5～3	
			1954 Jan. 6	〃	10～15		〃	3	
1954 Jan. 19	〃	2.5～3	16			0.5～1cm			
			Feb. 5	〃	〃		〃	3～4	
			17	〃	〃		〃 (〃)	〃	
Mar. 5	〃	2～3	Mar. 2			3～4			
			9	〃	〃		〃	〃	
			27	〃	〃		〃	〃	
Apr. 2	5～10	2～3	Apr. 19				5～6	〃	asexual reprod.
May. 4	〃	〃	May 8				5～6 (3～5)	3	
			18				〃	1.5～2	
June 1	1.5～3	1.5	June 3				(4～6)		
			16				4～6 (〃)		
July 2	1～2mm	1～2mm	July 15				2～4 (2～3)	1～2	
			Aug. 12				1～3	1～2	
			29				1～3	1	

の筏にはウップルイノリが多く、これに本植物とアサクサノリが混生し、9 月中旬の筏にはウップルイノリアサクサノリが多く、これに本植物が混つて着生した。10 月上旬の筏にはウップルイノリは少く、アサクサリと本植物が混つて着生した。アサクサノリは 1953 年, '54 年には着生しなかつたのであるが、'54 年にサクサノリの筏がこゝに多数移殖・養殖され、これがために '55 年にはアサクサノリが着生したものと思われる。なおこの漁場は 1952 年の冬、有孔湾からの筏を移殖したときから使用されるようになつた。

以上の各地に於ける調査結果を以下にのべる。

秋・冬期の出現と生長

冬から春にかけて繁茂した本植物は更に夏・秋と引続いて存することがあるが、之が存しないときは 9 月下旬～10 月上旬に 1～2 mm 或は 5～10 mm 位の大きさとして初めて出現する。以後引続いて幼芽は出現し、11 月上・中旬までは多数の顕微鏡的或は肉眼的幼芽を見ることが出来る。12 月以降 2 月乃至 3 月までは肉眼的幼芽は存するが、発芽初期の顕微鏡的幼芽は一般には殆ど見られない。

9 月下旬～10 月上旬に上記のような肉眼的大きさとして出現したものは 12 月上・中旬には十分な大きさに生長する。

石浜 (1953) 及び谷地浜 (1953) に於けるその生長経過を **Table 12** に示す。この表では体高を示し、体幅と体形の変化は示していないが、おそくなる程幅の生長のすゝんだ漏斗状のものが出てくる。石浜と谷地浜を比べて見ると、石浜では体高が 4～6 cm 位にしかならなかつたのに、谷地浜では 10 cm 以上になつている。しかし体形は石浜でもすゝんだ形をとつている。また石浜では 1953 年は上記の通りであるが、1952 年には 1 月下旬に 5～10cm 位まで大きくなつている。このような大きさの差は場所・年による水質の変化，附着水性の差異及び基質の差異等と関係があるようである。なお湾内の静かな所と湾口・湾外の比較的浪のある所とを比較すると、前者でより大きく生長する。

12 月までの生長過程に於いて 10 月下旬頃は体高の生長があまり目立たない。これは中性胞子の盛んな形成・放出のためと思われる。以後有性生殖器官形成期に移るとその生長が目立つてくる。

10 月上旬に筵を張込み、10 月下旬に 1～2mm の肉眼的幼芽となつて現われるものは 1 月上・中旬に十分な大きさ・形を示すようになる (**Table 12, Fig. 43**, 谷地浜 10 月 10 日筵 参照)。この時期に出現したものは中性胞子の形成期なく、早期出現のもののように途中で生長の停滞するのは見られない。

以上の 9 月上旬～10 月上旬に胞子が附着し、9 月下旬～10 月下旬に肉眼的大きさになつて現われるものの初期の生長過程を、1953～'55 年に谷地浜に張込んだ筵、1955 年に塩釜湾の都島・一匹島で養殖したものによつて見ると、順調な生長を示すものは筵の張込後 (胞子の附着後) 大体 20 日で 1～2mm, 30 日で 1～1cm, 40～45 日後には 3～5cm 位の高さになる。

これより後に出現するものの生長はずつと緩慢になる。谷地浜の 10 月 27 日の筵 (**Table 12, Fig. 43**) は筵を高水位に張つて生長を抑制したためもあるが、1 月中旬 (約 2 ケ月半後) にやつと 0.5～1cm, 3 月 (約 4 ケ月後) に 3～4cm の大きさになつたにすぎなかつた。1955 年 10 月 31 日の一匹島地先の重ね筵はこれよりやゝ早く 1 月下旬 (約 3 ケ月後) に 3～4cm, 3 月中旬に 6～7cm になつている。また同地の 11 月 25 日の重ね筵ではその着生は僅かであつたが、1 月下旬 (約 2 ケ月後) に 0.2～1cm に生長したにすぎなかつた。何れも上記の早期出現のものに比べ、ずつと緩慢な生長度を示している。なお谷地浜の筵の支柱竹や石浜のコンクリート柱に於いて 1～5 mm 或はそれより大きい幼芽が上水位に 12 月～2·3 月に附着しているのが見られたが、この間に於けるこれらの幼芽の生長も極めて緩慢であつた。

早期の 9 月下旬～10 月上旬、中期の 10 月下旬頃に肉眼的大きさとして出現するものも 1 月・2 月以降は生長は緩慢で、体形も次第に不規則になり、2 月・3 月以降は古い大きなものは少しづつ流失して行く。

また 2 月・3 月にはすべてのもので体色の褪せるのが見られる。この褪色は栄養塩の比較的に多い塩釜湾の代ケ崎ではあまり甚しくないが、石浜・谷地浜では顕著で、甚しい時には透き通つた淡黄緑色を呈する。若い個体よりも若い個体で早く褪色する傾向がある。

なお夏から秋へと引続き植物体が残るときは、その植物体は 9 月下旬頃から生長が目立つてくる。10 月下旬頃には初秋出現したものに比べて不規則な形を示し、色も濃いが、大きさ (高さ) は略々同じ位である。以後は次第に区別しにくくなる。

春・夏期の出現と繁茂

上記した初秋から晩秋乃至初冬に出現した植物体の中、その 初期・中期に出現して冬期間によく繁茂したものは 4 月になると極めて少く、後期に出現して十分生長しなかつたものが生長し繁茂する。これも 5 月になると大分少くなり、6 月には殆どなくなる。一方 3 月乃至 4 月以降新しく顕微鏡的幼芽が認められ始め、これらが生長して 5 月・6 月には 3～5cm 位の大きさとしてよく繁茂する。7 月になるとこれも次第に衰滅

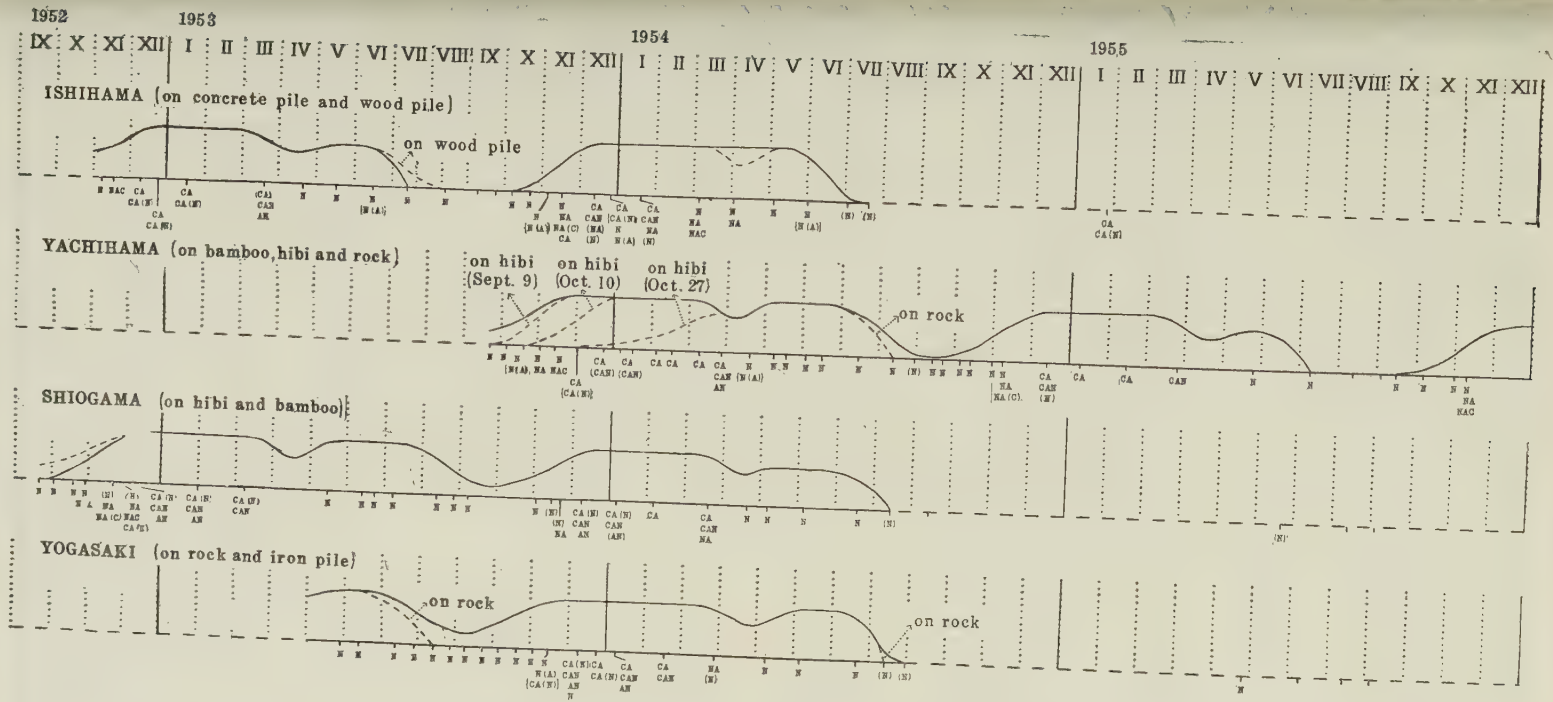

1952
1953
1954
1955
IX X XI XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
ISHIHAMA (on concrete pile and wood pile)
on wood pile
YACHIHAMA (on bamboo, hibi and rock)
on hibi (Sept. 9)
on hibi (Oct. 10)
on hibi (Oct. 27)
on rock
SHIOGAMA (on hibi and bamboo)
YOGASAKI (on rock and iron pile)
on rock
on rock

Fig. 43 マルバアサクサノリの消長と生殖器官の季節的変化

P. kuniedai, period of growth and seasonal change of reproductive organs.

n: asexual plant with neutral sporangia only,

n(a) : plant with neutral sporangia and few antheridia,

na (=*an*) : plant with neutral sporangia and antheridia,

na(c) : plant with neutral sporaniga, antheridia and few cystocarps,

nac (=*can*) : plant with neutral sporangia, antheridia and cystocarps,

ca(n) : plant with antheridia, cystocarps and few neutral sporangia,

ca : sexual plant with antheridia and cystocarps.

bracket ( ), { } showing a rare occurence.

始め、その大きさ・量は 5 月・6 月程の繁茂を示さない。顕微鏡的或は肉眼的幼芽は引続き存するが、その量は減つてくる。

冬期から 4 月・5 月まで引続いて繁茂するものは一般に高水位に多いが、5 月・6 月以降に繁茂するものは低水位にも広く分布する。しかして低水位に於いてはよく生長・繁茂するが、流失は早い。

このような春から夏にかけての出現・繁茂の状態は、幼芽・生殖器官の種類の観察或は筷・竹等の新しい基質を与えることによつて、また植物体の大きさ・形・色及び着生層の変化によつても知ることが出来る。

各地点の調査結果を次にのべる。

先づ谷地浜に於いて 1954 年に、冬から春・夏とノリ筷の支柱竹及び岩石に着生した本植物の繁茂の状態についてのべる (**Fig. 43, 44**,)。支柱竹には冬期間、潮位 60～110cm 位の所に着生していた。そして前記したように上水位には小さい植物体が多かつた。これが 4 月 19 日には初秋或は中期に出現した古い大きい形の流れたものは殆どなくなり、晩秋に出現して未だ十分生長していなかつたものが生長・繁茂していた。これと共に冬期には殆ど認められなかつた顕微鏡的幼芽も認められ始めた。5 月 18 日には 4 月によく繁茂したものもなお少し残つていたが、2 月・3 月に 1～10mm 位であつた幼芽が生長してよく繁茂し、下水位の古い植物体及び他藻の流失したあと（潮位 40～80cm 位）に新しく 1～10mm 位の幼芽が沢山着生しているのが見られた。6 月 16 日にはこの幼芽が同所に生長・繁茂し、その上部の潮位 70～80cm を中心にした所にまた多くの幼芽が見られた。晩秋乃至初冬に出現し 4 月・5 月に繁茂した植物体は全く認められなかつた。7 月 15 日には潮位 70～80cm 位の所の幼芽があまり大きくはならなかつたが、繁茂した。また潮位 30～110cm 位の広い範囲に幼芽がまばらに認められた。

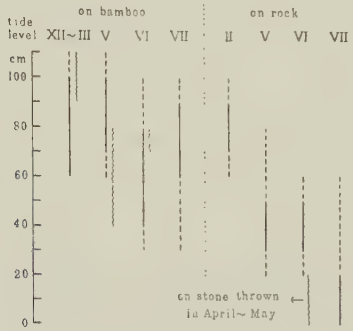


Fig. 44　マルバアサクサノリの着生帯の季節的変化

P. kuniedai, seasonal change of vertical distribution at Yachihama in 1954.

—— heavy settlement, --- light settlement, ~~ heavy settlement of buds.

同地の岩のものについて見ると、冬期に潮位 60～10[illegible] cm 位の所に着生していたものが、5 月 8 日には極めて少くなり、潮位 30～50cm 位の冬に着生していなかつた低水位の岩・石に多数着生した。6 月 3 日も略同様な繁茂を示したが、4 月～5 月に同所で舟附場工事のために投入された潮位 0～20cm 位の所の石に 2～3mm 位の幼芽が着生した。7 月 15 日にはこれが 2～3cm 位の大きさで繁茂した。6 月 3 日に繁茂したものは殆ど流失していた。なお 7 月 15 日に繁茂していたものも 8 月 12 日にはすべて流失していた。

代ケ崎の堤防に於ける同年 4 月以降の消長は谷地浜の岩・石と殆ど同じであつた。即ち 5 月初には秋期に出現した古いものは殆どなくなり、春先出現のものが 5 月・6 月とよく繁茂し、8 月中旬にはすつかりなくなつた。なお冬期の附着層は潮位 60～100cm 位であつたが、5 月以降は 0～80cm 位の所に広く分布した。

石浜のコンクリート柱では谷地浜より新芽の出現・生長はやゝ劣り、消失も早かつたが、その変化は略々同じで、初秋出現のものは 4 月以降少く、5 月初めには殆どなくなり、4 月・5 月は晩秋乃至初冬出現のものがよく繁茂した。一方 4 月初めから幼芽が新しく出現し、これが 6 月初めには 1 cm 位になつた。しかし其後は十分な大きさに達することなく 7 月にはすべてなくなつた。着生層は冬期は 60～80cm 位の所で、4 月以降は上・下共にその範囲を拡げ 40～100cm となつた。

塩釜湾に於けるノリ筷・支柱竹・杭の 4 月以降の繁茂・幼芽の出現はあまり顕著でなく、6 月・7 月まではその着生は見られたが、8 月中旬には稀に存しただけであつた。

次に前年の 1953 年の春・夏の状態について、谷地浜は調査しなかつたが、代ケ崎では 1954 年と殆ど同じであつた。石浜のコンクリート柱では 1954 年の着生より少し劣つたが，殆ど同じ変化を示した。これに対し

塩釜湾では 1954 年に比べて顕著な繁茂を示し、衰微する時期もおくれた。

1955 年の春～夏には、谷地浜では冬期は前年程ではなかつたが、ノリ簀にまた支柱竹に多数の着生が見られた。しかして春～夏の繁茂・幼芽の出現は前年のようには顕著でなく、支柱竹でまばらに秋芽・春芽の交替が僅かに認められたにすぎず、これも 7 月には極めて少なかつた。なお岩・石には 5 月～7 月にもその着生は殆ど認められなかつた。代ケ崎でも 5 月・6 月の着生は極めて少く、7 月には見付出すことが出来なかつた。塩釜湾でも同様に 1954 年より更に少く、衰微も早かつた。

本植物の春から夏にかけての消長は前記した通りであるが、その繁茂の多寡は以上のように場所或は基質によつて差が見られ、また 1953, '54 年によく繁茂し、'55 年に貧弱であつたように年による差も見られる。

消失と越夏

春から夏にかけて繁茂する植物体は 7 月には大体衰微し始め、8 月にはなくなるが、僅か乍らも 8 月・9 月と引続いて残り、次の出現期まで存することがある。

調査年度別に各地点の消失或は越夏の状態を次にのべる。

1953 年は石浜では 7 月 13 日に 1～3mm のものが極少数存しただけであるが、8 月 13 日にはコンクリート柱には全く見ることが出来ず、近くの杭で少数存しただけであつた。9 月 9 日には何処にも見当らなかつた。代ケ崎では 7 月 11 日にもなお多く繁茂していたが、28 日には大分少くなり、8 月 12 日には岩に着生していたものはすべて流失した。しかし橋の鉄柱には 4～5cm 位のものと共に顕微鏡的或は肉眼的幼芽がなお可成り着生していた。9 月 8 日にはこれも少くなつていたが、1～2mm 以下の幼芽は多数存し、下水位では 1～2cm のものも少数見られた。9 月 22 日以後は消失の様子はなく、反つて生長しまた数を増して行つた。塩釜湾にても同様に 8 月 12 日には 4～5cm の大きいものは少なかつたが、1cm 以下のものは多数存し、8 月 26 日, 9 月 7 日にも 1～1.5cm のものが少なからず存した。以後は 9 月下旬, 10 月上旬と次々に数を増しまた生長して行つた。谷地浜では 1953 年の春から夏にかけての調査は行つていないが、9 月下旬の調査及び業者の話によると夏から引続いて残つていたようである。

1954 年には石浜では前年よりやゝ早く、7 月 2 日にはコンクリート柱のものはすべてなくなり、これに着生するヒメテングサ上に 1～2mm のものが少し存し、7 月 19 日にはやつと 1 個体を見付けたゞけで、以後は全く見付けだすことが出来なかつた。代ケ崎では 7 月 20 日にも少なからず繁茂していたが、8 月 12 日には岩に着生したものはすべて流失し、橋の横木に 8 月 29 日まで 1mm 位のものを僅かに認めることが出来ただけであつた。谷地浜でも同様に 7 月 15 日までは岩に可成り着生していたが、8 月 12 日にはすつかりなくなり、支柱竹に僅かの 1～3cm のものと顕微鏡的或は肉眼的幼芽が存した。8 月 29 日には古い 2～3cm のものが稀に、また幼芽も僅か許り存したにすぎなかつた。9 月 13 日には沢山の竹からやつと 2 個体だけ古いものを見付けだしたゞけであつた。10 月 13 日には 1～2cm の若いものが僅か許り存した。以後は次第に大きくまた数を増した。塩釜湾では前年のようには多くなかつたが、5 月・6 月に繁茂していたものは 8 月中旬には稀にしか存せず、9 月には全く見当らなかつた。

1955 年には石浜では調査せず、谷地浜以外は断片的な調査であつたが、何れの地点も春～夏の繁茂は貧弱で、8 月中旬～9 月上旬には本植物の存在を認めることが出来なかつた。なお 1956 年は塩釜湾の一匹島地先・都島地先の調査では 8 月下旬には消失していた。

以上のように消失・越夏は年によつてその様子を異にし、1953 年は石浜を除いては夏まで可成り残り、これが秋まで存して次の出現まで続いた。1954 年は春～夏の繁茂は少くなかつたが、夏から秋に越夏したものは極めて稀であつた。1955 年は春・夏期の繁茂も少く、また早く消失して、越夏したものは見出すことが出来なかつた。かゝる消失・越夏の状態は谷地浜で 1953～'55 年に建込んだ簀に附着したアマノリが既述したように 1953 年には本植物が多く、1954 年はこれに次ぎ、1955 年には最も少くなつていることによつても裏付けられる。塩釜湾に於いても同様であつた。

なお 1953～'55 年の水温・比重の年変化を **Fig. 45** に示した。

消失・越夏はまた場所・基質・着生水位によつても異なる。一般に光線をよく受ける所では着生も多いが、

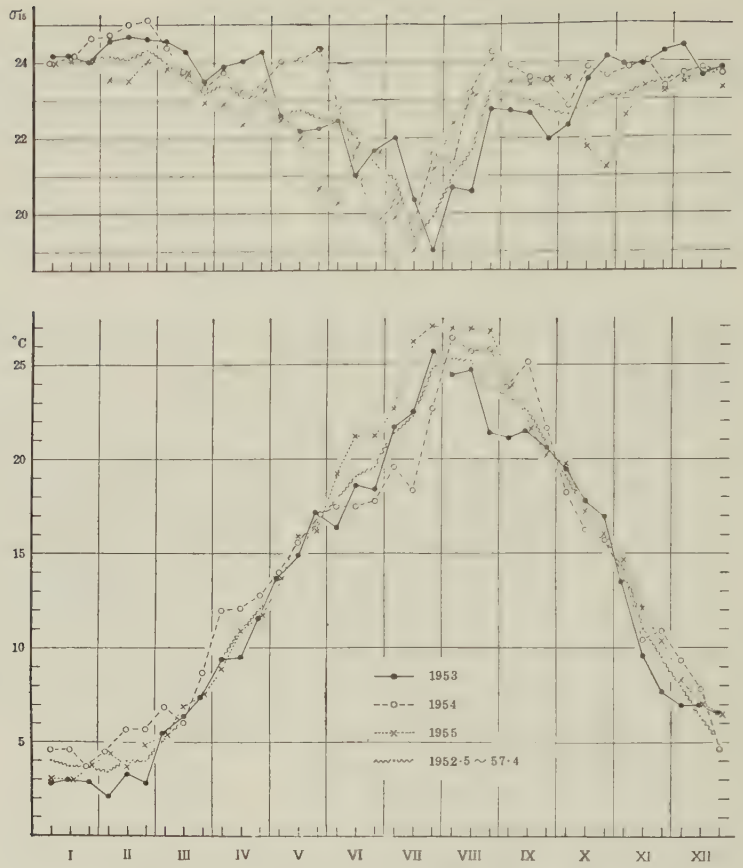


Fig. 45　1953～'55 年に於ける水温・比重の年変化

Annual changes of water temperature and specific gravity in every ten days during 1953 to '55 at Katsurajima in Matsushima Bay.

早く流失し、乾燥し易い基質より乾燥しにくい基質で遅くまで残り、また低水位よりやゝ高水位で永く存するようである。

生殖器官の季節的変化

本植物には無性的に形成される中性胞子と有性的に形成される果胞子が存することについては既に述べた。この生殖器官の季節的変化を 1952～'55 年に前記した松島湾の各地点で調査した結果を **Fig. 43** に、これらを総括したものを **Fig. 73** に示した。

出現初期の 9 月下旬乃至 10 月上旬から 11 月上旬にかけては何れの地点に於いても中性胞子嚢だけを形成する無性体 *-n-* が存する。11 月上旬（時に 10 月上旬）には中性胞子嚢の間に精子嚢を介在するもの *-n(a)-* も現われる。11 月中・下旬には *n* 体は殆どなくなり、中性胞子嚢と精子嚢を有するもの *-na(=an)*，中性胞子嚢・精子嚢と共に嚢果を有するもの *-nac(=can)*，時に精子嚢と嚢果だけを形成する有性体 *-ca-* が存在する。12 月になると大部分が *ca* 体になるが、*can* 体，*na* 体，*n* 体も存することがある。これが 2 月下旬乃至 3 月上旬まで続く。3 月中・下旬になると *ca* 体は少く、再び *can* 体及び *na* 体が多くなり、時に *n* 体も現われてくる。更に 4 月上旬になると *n* 体が大部分となり、時に *na* 体も見られる。以後は極めて稀に 5 月

頃まで精子嚢を痕跡的に介在することもあるが、消失期まで *n* 体だけとなる。

上記の変化を換言すると一般には出現初期から 11 月上旬頃までは無性生殖が行われ、11 月上旬～下旬に無性生殖から有性生殖に移行し、12 月～3 月上旬には有性生殖が行われる。そして 3 月中・下旬に有性生殖から無性生殖に再び移行し、4 月以降消失するまで再び無性生殖が行われる。

秋から冬にかけての生殖器官の有性化及び冬から春にかけての無性化は場所或は年によつていくらかの時期的なずれ及び差異がある。1952 年～'53 年の石浜及び 1953～'55 年の谷地浜に於いては大体上記したような変化を示しているが、1952 年～'54 年の塩釜及び代ケ崎では 12 月～1 月・2 月に完全に精子嚢と嚢果だけの有性体 (*ca* 体) はむしろ稀で、いくらかの中性胞子嚢を介在し、*ca*(*n*), *can* 体或は *an* 体も認められた。更に代ケ崎では 12 月上旬に *n* 体も存した。また石浜に於いて 1953～'54 年の変化を前年と比較して見ると、12 月に *ca* 体の外に *n* 体, *na* 体も多く見られ、1 月には *can* 体, *an* 体も有性体の外に多く見られた。更に 3 月初めには前年より早く *ca* 体はなくなり、*can* 体, *an* 体となり、*n* 体も多く現われた。なお 12 月・1 月に中性胞子を放出した個体は後期に出現した比較的若いもので上水位に着生していた。

なお 1955～'56 年の実験で都島に移植・養殖したものでは石浜 (1952～'53 年) 及び谷地浜 (1952～'55 年) に、一匹島に移殖・養殖したものでは塩釜 (1952～'54 年) 及び代ケ崎 (1952～'54 年) に似た変化示をした。

次に個体別に無性生殖・有性生殖を行う状態を、谷地浜に 1953 年 9 月 9 日, 10 月 10 日, 27 日、塩釜に 1953 年 9 月 25 日, 1954 年 3 月 27 日、一匹島地先に 1955 年 9 月 20 日, 10 月 31 日, 11 月 25 日及び都島に 1955 年 9 月 6 日、10 月 13 日に張込んだ網のものその他天然に着生しているものによつて観察すると、各個体が出現して消失するまでに、主に出現時期の差によつて、無性生殖—有性生殖 -（無性生殖）の過程を経る個体、有性生殖だけの個体、有性生殖--無性生殖の個体及び無性生殖だけの個体の存することを知ることが出来る。各個体について説明を加えると次の通りである。

1. 無性生殖—有性生殖—（無性生殖）

初期（9 月下旬～10 月上・中旬）に肉眼的大きさとして出現した個体は秋期に無性生殖器官を作り、冬期になると有性生殖器官を作るようになる。

この初期に出現したものは 3 月・4 月までには大部分流失するようであるが、4 月まで残つたものは再び無性生殖器官を作り、無性生殖—有性生殖—無性生殖の過程をたどる。

2. 有性生殖及び有性生殖—無性生殖

中期（10 月下旬～11 月上・中旬）に同様の大きさで出現した個体は秋期に無性生殖を行う時代なく、冬期に有性生殖器官を形成する。

この時期に出現したものの一部は 3 月・4 月まで流失するようであるが、残つたものは 4 月に再び無性生殖器官を作り、有性生殖—無性生殖の過程を経る。

3. 無性生殖

これに 2 通りある。

イ）後期（11 月下旬以降）に同様な大きさとして出現した個体は冬期間に十分生長せず、また如何なる生殖器官も形成することなく、春になつて初めて十分生長し、無性生殖器官を作る。

ロ）春期（4 月以降）に出現した個体は消失するまで無性生殖器官だけを形成する。

なお秋期に出現するものでは、その生長の遅速によつて中期出現のものが 1) 或は 3) の過程をとり、また後期出現のものが 2) の過程をとることが出来る。

無性或は有性生殖器官を形成し始める体の大きさは時期によりまた生育場所によつて差が見られる。石浜 (1953～'54 年)、谷地浜 (1953～'54 年) に於ける調査結果を **Table 12** に体の生長経過と共に示した。

無性生殖器官は 0.1～4cm の大きさから形成され始めるが、出現初期の 9 月下旬～10 月上旬には 1～2mm の小さいうちから形成され、時期が後れるに従つて次第に大きくなつてから形成され始める。春になつて 3 月～4 月は 2～3cm 或は 3～4cm になつて形成されるが、7 月～8 月になると 0.1～1cm 位の大きさから形成される。また石浜と谷地浜を表によつて比較して見ると、各時期共に石浜の方がより小さいうちから中性胞子

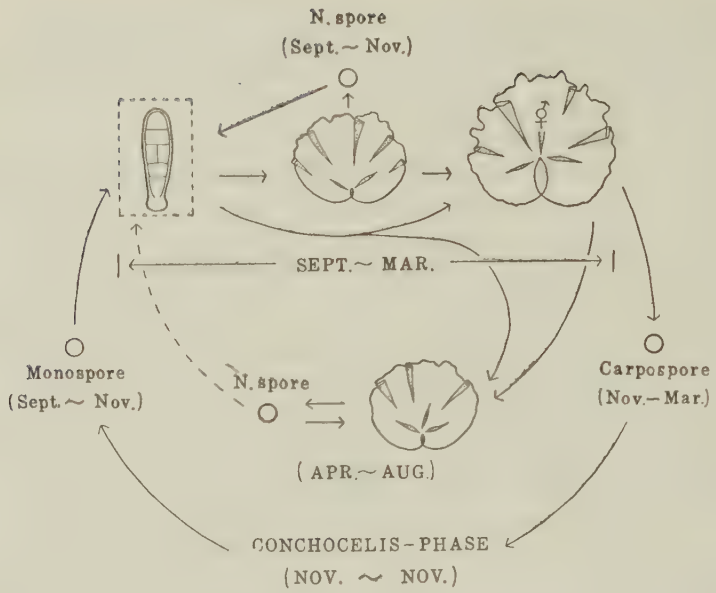


Fig. 46　マルバアサクサノリの生活環
P. kuniedai, life-cycle.

を形成している。その他の篤察に於いても以上の石浜・谷地浜に準じた様子を示すが、代ケ崎では 1953 年 5 月 27 日に 2mm の大きさから、石浜では 1953 年 6 月 15 日に 3 mm の大きさから中性胞子を形成している例もある。

有性生殖器官は 1.5～4cm 位から形成され、無性生殖器官程変化がないが、低水温で海水の栄養分の不足する 1 月～3 月に遅れ、また疎生しているものより密生しているものでおくれるようである。

生活史

以上の諸調査・実験から本植物の生活史を次のように要約する (**Fig. 46, 73**)。

本植物は 9 月下旬乃至 10 月上旬から肉眼的大きさとして出現する。12 月には高さ 5～15cm 或はそれ以上となり、十分な大きさに達する。この間 11 月上旬頃までは中性胞子を形成して二次的繁殖を繰返し、多数の幼芽を生ずる。12 月になると有性生殖器官を形成して果胞子を生ずる。これが 2 月下旬乃至 3 月上旬まで続く。この有性生殖器官形成期に中性胞子を形成することもある。11 月中・下旬には中性胞子形成から果胞子形成に移る生殖器官の有性化の過程として、中性胞子嚢と精子嚢、中性胞子嚢・精子嚢及び嚢果を同一個体に有するものが現われる。

秋の初めに出現し、冬期によく繁茂したものは 2 月・3 月頃から少しづつ流失するが、後期に出現したものは4月・5月まで繁茂している。6月にはこれ等は殆どなくなる。この 4 月・5 月まで繁茂するものは 4 月になると再び中性胞子を形成するようになり、これに由来する幼芽が多数出現し、5 月上・中旬には 3～5cm 或はそれ以上の大きさに生長し、5 月・6 月によく繁茂する。中性胞子は引続き形成されて幼芽を生ずるが、7 月になるとその繁茂は次第に衰微し、8 月上旬には殆ど消失する。時に 8 月・9 月と次の出現期まで少数残存することがある。なお 3 月中・下旬には生殖器官の無性化の過程として 11 月中・下旬同様に有性生殖器官と無性生殖器官を同一個体に有するものが生ずる。生殖器官形成の変化を個体別に見ると、出現から消失までに、その出現時期或は生長の遅速によつて、秋の初めに出現して無性生殖－有性生殖－（無性生殖）の過程

を経るもの、中期に出現して有性生殖だけのもの或は有性生殖－無性生殖のもの及び後期或は春～夏期に出現して無性生殖だけを行うものがある。

冬期間に形成された果胞子は貝殻に着生すると、コンコセリス体となつて夏を越し、9月になると単胞子を放出する。単胞子は発芽してアマノリの幼芽となり、次期出現のアマノリのもとになる。なお春～夏期の葉状体が8月・9月にも消失せず越夏する場合は、これに形成される中性胞子もコンコセリス体の単胞子と共に次期出現のアマノリの源になる。

考察

本植物は卵形から漏斗状の一般に円い形　赤褐色を帯びた色、雌雄同体であること、雄斑が体の内方に走り縞状を呈すること，精子嚢 a/4, b/2～(4), c/4 及び嚢果 a/1～2, b/1～(2), c/2 の分裂様式，発芽体の最初の縦の細胞分裂が早く行われ、卵形をなす幼芽の形，生態的には中性胞子形成による無性生殖が秋と春～夏に行われ、生育期間の長いこと等によつて特徴づけられている。

本植物は殖田 (1932), Kunieda (1939), Tanaka (1952) 等によつてアサクサノリの中に含められていたようであるが、上記の如き特徴によつてアサクサノリその他の近縁種と区別出来る。

既述したように、Kunieda (1939) が2型に分けたアサクサノリのナガバ型とマルバ型の中、後者は必ずしも一種だけでなく他種をも含んでいるように思われるが、その大部分は本種と同じもののようである。本種の命名に際して、Kunieda の名を採つた所以である。即ち Kunieda がマルバ型として Pl. XXXI 94, 95 に示しているものは恐らく他のものと思われるが、Pl. XXX 89～91, 93 は本種と同じものと思われる。殖田がアサクサノリの名のもとに Pl. XIV 3 に示している植物体，Tanaka が同様にマルバ型 (round type) として Pl. 10-2 に示している植物体は本種に一致するようである。

その他分類学的研究ではないが、殖田 (1937) がアサクサノリの“夏ノリ”として述べ、4図に示しているもの，同じく殖田 (1929) が述べている“夏ノリ”もマルバアマノリでないとすれば本種と同じものと思われる。Tseng and Chang (1955) がアサクサノリの“dwarf type”としてのべ、Pl. II に示しているものもその形態・生態から推して同様に本種と関係のあるものではないかと思われる。須藤 (1950) の“アサクサノリ”型Ⅰもその報告及び同博士から見せてもらつた標本によると本種と一致し、新崎 (1952, '57) のⅠ型も詳しい記載がないが、本種と同じものではないかと思われる。なお須藤 (1957) は筆者と同じく本種の存在を認めている。その他内藤 (1931) の報告にも本種に属すると思われるものについての報告がある。

木下・渋谷 (1941, '42) はスサビノリの生活史について述べているが、木下・渋谷がのべているスサビノリはその記載・図に示されている形態・生態より推して、スサビノリでなく本種と同じものであると思われる。筆者は 1951～'53 年に木下・渋谷が研究した有珠湾から塩釜に移殖された所謂“スサビノリ”を観察し、これがスサビノリでなく、本種と同じものであることを知り、また 1953 年 7 月 31 日，'55 年 12 月 14 日，'56 年 3 月 4 日，6 月 11 日に有珠湾で採集観察を行い本種の存在することを知つた。また本種が木下・渋谷の研究対象になつていることその他本種の生態等種々参考になることを木下博士、渋谷氏から詳しく教えてもらうことが出来た。

なお Hamel (1924) が記載している *P. leucosticta f. mediterranea* は縞模様の精子嚢斑をもつていること及び図示されている体形等は本種とよく似ている。示されている図を見ると殆ど同じものではないかと思われる位であるが、詳しい記載がないので十分比較出来ないのは残念である。

次に本種の幼芽が初めて縦の細胞分裂を行うときの細胞数は Kunieda (1939) が“アサクサノリ”のマルバ型に於いて、須藤 (1950) が“アサクサノリ”型Ⅰに於いて、また新崎 (1952, '57) が1型に於いて述べている数と略々一致する。

無性生殖については、須藤 (1957) は東京湾に於いても春・秋に行われるとのべている。殖田 (1929, '37) は“アサクサノリ”の夏ノリに於いて、Kunieda (1939) は“アサクサノリ”のマルバ型に於いて 10 月下旬～11 月上旬に、須藤 (1950) は“アサクサノリ”型Ⅰに於いて 11 月～12 月初旬に、新崎 (1952, '57) は

“アサクアノリ” I 型に於いて中性胞子（単胞子）形成をのべている。何れも本種の無性生殖をのべたものと思われる。たゞ須藤 (1950) の中性胞子形成の時期は少しおくれている。Tseng and Chang (1954, '55a, b, c) の“アサクサノリ”の dwarf type に於ける 6 月～11 月の中性胞子形成，木下・渋谷 (1941, '42) の“スサビノリ”に於ける夏～秋の中性胞子形成も本種のそれとよく一致する。内藤 (1931) の報告にも本種と思われるものの無性生殖（6 月～7 月）がのべられている。

生態の観察に於いて、12 月～2 月・3 月に顕微鏡的幼芽の殆ど見られないことについて、この間にも中性胞子を出すものが存することがあるが、これは着生する適当な基質の存しないこと或は少いこと及び発芽・生長に不適当な環境のためではないかと思われる。

春～夏期の出現・繁茂及び消失と越夏について、場所により或は年により差の見られることをのべた。春～夏期の出現・繁茂の多寡は種々の環境条件によつて左右されると思うが、冬期間の繁茂の量及び 4 月以降の基質の有無・状態とも密接な関係を有するようである。塩釜に於いて 1953 年の春～夏の繁茂は冬期に於ける大量の本種の着殖と密接な関係があると思われる。3 月・4 月以後に葉・竹・石等の新しい基質を与えたり、また既存の基質が冬期間の附着物を春期に綺麗に洗い落すような条件即ち春先の天候がよく、干潮時に岩等の基質をよく乾燥させるときに、よく着生するようである。春～夏期の繁茂の少なかつた 1955 年は 4 月・5 月は雨天多く、例年より海水の比重も低くなつている (**Fig. 45**)。またこれと関係して代ケ崎の堤防は略々東西に走つているが、その北側の岩面には殆ど着生が見られず、南側で多く着生している。冬～春～夏の附着層の変化もこの基質の状態を一つの条件として入れなければならないであろう。

次に消失の遅速，越夏の多少は春～夏期の繁茂の状態も関係があろうが、夏期の気象・海況も大きく関係しているように思われた。1953 年から'55 年までの水温・比重を **Fig. 45** によつて見ると、1953年は消失期である 8 月・9 月は平年以下の低温であつた。1954 年は 7 月までは低温であつたが、8 月には平年並の高温になつている。1955 年は 7 月・8 月共に平年以上の高温である。1953 年の 8 月の低温は本種の存続を助け、1954 年の 8 月，1955 年の 7 月・8 月の高温はその存続を妨げたように思われる。

生殖器官の季節的変化は種々の条件があつて、これに支配されているものと思われる。その中で水温について見ると (**Fig. 2, 45**)、無性生殖を行う 9 月下旬～11 月上旬及び 4 月～7 月は夫々 21～14°C 位，9～25°C 位となつている。更に冬期の 12 月～2 月 (8～3°C 位) に無性生殖を行うものもあるとすると、その範囲は 3～25°C 位と極めて広くなる。これに対し有性生殖を行う時期は 8～3°C となつている。なお無性生殖を行う適温について殖田 (1929) は“アサクサノリ”の夏ノリの名のもとに 14.5～20.5°C (特に 17.4°C)，木下・渋谷 (1941, '42) は“スサビノリ”の名のもとに 4·5～20°C (特に 15～20°C)，海の調査では 17～20°C とのべている。この水温と生殖器官の変化についてはなお十分な検討が必要であるように思われる。

海水中の栄養分の多寡も生殖器官の季節的変化と関係があるのではないかと思われる節がある。葉体の色の濃淡と海水中の窒素・燐酸等の栄養分の多寡とは正の関係を有するとされているが、有性生殖器官のよく形成された石浜 (1952～'53)，谷地浜 (1953～'55) では 2 月・3 月に体の褪色が見られたのに対し、有性生殖器官の形成の不十分な塩釜 (1952～'54) 及び代ケ崎 (2953～'54) では褪色は顕著でなかつた。また石浜 (1953～'54 年) では前年度に比べて 1 月～3 月に褪色なく，有性体と共に無性体も多く現われている。

本種の生活環に於いて、春～夏期の出現・繁茂の源は越冬してきた葉状体の中性胞子によるものが殆どであることは種苗試験等によつて知ることが出来るが、室内実験で本種のコンコセリス体が 6 月にも単胞子を放出したことから見ると、この単胞子も春・夏期の繁茂にいくらかの役割を果しているのかも知れない。

コンコセリス体の単放子の放出期について、6 月にも放出が見られたのは別として、秋期の放出は室内培養実験に於いて 9 月・10 月には認められているが、その初期・盛期・終期の詳しい調査はまだ行つていない。筆者等（黒木・秋山未発表）の温度実験によると、水温 25～20°C で最も良く胞子嚢を形成し、15°C は胞子嚢形成の下限に近いこと等アサクサノリの場合とよく似ているので、恐らく 9 月から 11 月上旬頃までが胞子放出の盛期と想像される。

スサビノリ

Porphyra yezoensis Ueda

(Plate XXI-XXXIV)

Ueda, 1932, p. 23, Pl. I 9, 14, Pl. IV 11-17, Pl. XVI 3, 4, Takamatsu, 1936, p. 19, Tanaka, 1952, p. 39, Pl. V 1, 2, Pl. VII 3, Suto, 1957, p. 30

P. yezoensis Ueda prox. Kurogi, 1957, p. 24

性質

体は卵形・楕円形乃至長楕円形、屢々円形をなし、楔形・円形乃至心臓形、時に臍形の基部を有す，縁辺波状す，時に深く或は浅くさけることあり，(3)～5～20～(50) cm 高く、(1.5)～2～8～(20) cm 広し，高さは幅の (0.6)～1～5～(10) 倍あり、体の下部は青緑色を帯び上部は赤褐色を帯ぶ；縁辺は全縁にして顕微鏡的鋸歯をなし，一層の細胞よりなる，体の中央部にて 35～50μ 厚し，細胞は不規則な三角・四角・多角形をなし，不規則に配列す，体の中央部にて長径 (11.5)～15～25～(28)μ，短径 (9)～11.5～16～(21)μ あり，断面にて四角形をなし、高さが幅より大である，中央に星状に腕を出した 1 個の色素体を有す，仮根を出す基部細胞は大きく、卵形乃至楕円形をなす、仮根は内生し、多数集つて盤状の附着部を形成す；雌雄同体、雄部は体の中・下部の縁辺及び上部に現われ、上部にては縁辺に斜に或は縦に走る縞状の斑をなして内方に介入す，縞状の雄斑の長さ 0.5～2cm，幅 1～3mm あり，細く、短く飛白状をなすことあり，雌部は体の上縁辺或は雄部の内方に存す，精子嚢は長径 16～28μ，短径 14～23μ，断面に於けるこの部分の厚さは (40)～50～60μ あり，a/4，b/2～4，c/(4)～8 の分裂様式を示し、最高 128 の精子を形成す，嚢果は長径 16～25～(28)μ，短径 14～18～(23)μ，断面に於ける厚さは (35)～40～50μ あり，a/2，b/1～2，c/2～(4) の分裂様式を示し、8 時にそれ以上の果胞子を形成す、精子は直径 3～5μ，殆ど無色で淡青緑色の板状の色素体を有す、果胞子は直径 11～15μ，小顆粒状の物質に富み、中央に腕の短い星状或は塊状の色素体を有す。秋～初春に若い葉体に中性胞子を形成し無性生殖を行う。

観察材料と方法

本植物の形態・生態の観察・調査は1951～ '56 年に松島湾の各所に生育するものについて行つた。

1951～'52 年には 砂尻・代ケ崎・駒島・石浜水道・鰐ケ淵水道及び室浜地先で天然に生育するものの断片的に採集観察を行つた。

1952～'53 年には主に代ケ崎の堤防及び宮戸島の畳石鼻・二本松鼻に於いて天然に生育するものの定期的な採集・観察を行い、その出現・生育・消失の状態及び生殖器官形成の状態を調べた。

1953～'54 年には天然に生育するものだけの調査ではその生育或は生殖器官形成の状態を十分に摑むことが出来ないので畳石浦にノリ簀を建込み、これに着生したものを、畳石鼻の天然に着生するものと共に調査した (**Pl. XXI**)。

1954～'55 年には畳石鼻・畳石浦に於いて同様な調査を補足的に行い、またいくらか生態的に異なつた様子を示すと思われた石浜崎（北側）の調査を行つた。

1955～'56 年には コンコセリス体を用いて室内で胞子付したものを内湾の性質を有する塩釜湾にて養殖して調査した。

簀建養殖試験の方法については後述する。

形態の観察は殆どすべて生の材料によつて行つた。なお生殖器官の種類調査についてはその形態的観察と共に胞子の発芽試験も併せて行つた。

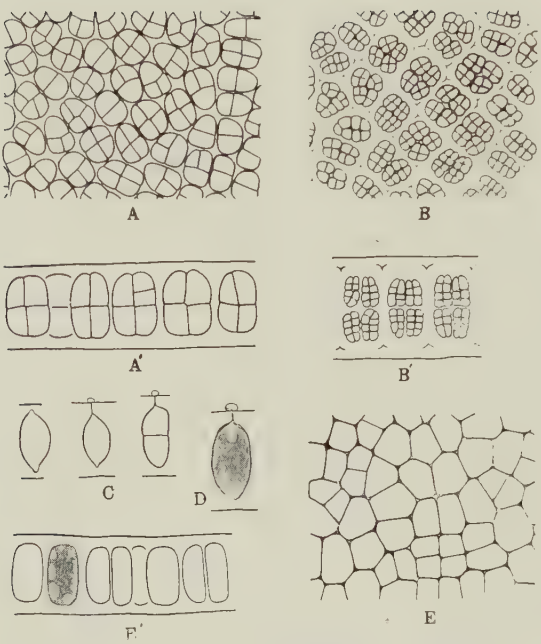


Fig. 47　スサビノリの栄養細胞と有性生殖器官

P. yezoensis, vegetative cells and sexual reproductive organs. A, A′ cystocarps, B, B′ antheridia, C, D female cells, E, E′ vegetative cells in the middle part of thallus, A, B, E surface view, A′, B′, C-D, E′ cross section. A-C, A′, B′, E, E′×290, D×440.

The material collected on Apr. 23, 1955 at Yogasaki (A, A′, B′, C, E, E′) and on Mar. 11, 1953 (B) and Apr. 18, 1956 (D) at Tatamiishi-ura.

形態の観察

体形と栄養器官

本植物の成体は卵形・楕円形乃至長楕円形で、屢々円形をなし、かなりの形の変化を示す。未熟体は楕円形乃至長楕円形で、その長さは幅の (1.5)～2～6～(16) 倍長く、両端に或は何れか一方に狭い形をなしている。体の上部に生殖器官を形成し、生殖細胞を放出するようになると、長さに比べて幅の生長がすゝみ、老成したものでは卵形或は円形を示すようになり、また不規則な形を呈するようになる。基部の形も初め楔形乃至円形を示していたものが、老成するにつれて心臓形時には臍形をなすようになる。波の荒い所では体が浅く或は深く裂けていることがある。体は波皺するが、アサクサノリよりは著しくない。下縁辺に小波皺を示すことが多い。また若い体では縁辺が巻くのが屢々見られる。縁辺は全縁であるが、体の下部にて屢々軽い顕微鏡的凹凸を示す。

体の大きさは普通 5～20cm である。静かな場所で養殖した場合或は天然に生育するものでも低水位のものではより大きく30～50cmの大きさを示すものもある。かかるものは一般に長い形をしている。

栄養細胞は体の部位によつてその大きさを異にする。体のやゝ上部の中央部では前記した通りであるが、下部ではより大きく、縁辺の方に小さい。体の厚さについても同様である。各部分に於ける比較を **Table 13** に示した。細胞の大きさ及び体の厚さはまた体の老若によつて異なる。**Table 13** によつても見られるように、共に若いもので小さく、老成せるもので大きい。即ち老若によつて細胞の大きさは体の中央部に於いて表面観で長径11.5～30、短径 7～21μ の変化を有し、体の厚さも 26～52μ 位の変化を有する。細胞の形は表面観に於いては老若殆ど差がないが、断面について見ると、若い体の薄いものでは高さと幅の略々等しいものが多く現われ、老成せる体の厚いものでは大部分が高さが幅より大きい。

生殖器官

本植物は有性生殖と共に無性生殖をも行う。有性生殖器官としては精子嚢・雌性細胞(造果器)が形成され、雌性細胞は受精して嚢果となり果胞子を形成する。無性生殖器官としては中性胞子嚢（単胞子嚢）が形成さ

Table 13. スサビノリの体の各部に於ける細胞の大きさ及び精子嚢・嚢果の大きさと体の厚さ
P. yezoensis, dimension of vegetative cells, antheridia and cystocarps and thickness of thallus in the different parts.

part of thallus	dimension (μ)	thickness of thallus (μ)
Material A		
vegetative cells		
in middle part	16 ～27.5× (7)～11.5～18.5	49 ～52.5
in marginal part	11.5～21 × (7)～ 9 ～14 ～(16)	35
in lowest part	27.5～57.5×18.5～27.5	52.5～63
basal cells with rhizoids	21 ～44 ×14 ～18.5*	70 ～175
antheridia		
in upper part	21 ～27.5×14 ～23	52.5～63
cystocarps		
in upper part	16 ～25 ×12.5～18.5	49 ～52.5
Material B		
vegetative cells		
in middle part	11.5～21 ～(23)× 9 ～14～(16)	26
in marginal part	8 ～16 × 7 ～11.5	20
in lowest part	21 ～57.5～(69)×18.5～30	50
basal cells with rhizoids	23 ～46 ×16 ～23*	75～120
neutral sporangia		
in upper part	12.5～18.5～(25)×(8)～11.5～14～(16)	20

Material A 11.5cm high and 7 cm broad, oval, with cordate base, sexual, collected on Apr. 26, 1955 at Tatamiishi-hana.

Material B 6.5cm high and 4.2cm broad, oval, with cordate base, asexual, collected on Nov. 10, 1954 at Tatamiishi-ura.

* indicating measure of cell contents because of obscurity of cell border.

ヰ性胞子（単胞子）を生ずる。後述するように無性生殖は秋～冬、有性生殖は冬～春・夏とその時期を異にし、また無性生殖・有性生殖共に行われる時期には若い時に無性生殖を行い、老成するにつれて有性生殖を行うようになるが、かゝる無性生殖から有性生殖に移る時には有性生殖器官と無性生殖器官が同一個体に存するのが見られる。

有性生殖器官

精子嚢形成の雄部及び嚢果形成の雌部の現われる方を、初めから有性生殖器官だけを形成するもので見ると、体の上縁辺に先づ輪廓のぼやけた殆ど無色の雄部が現われる。この雄部が次第に拡がり、精子嚢の分裂もすゝみ、体の上縁から精子を放出するようになると、その内方に濃く色づいた嚢果形成の雌部が現われてくる。次いで雄部は次第に体の両縁に拡がり、また内方の雌部に介入し、上縁辺の雄部は精子の放出と共に流失して、内方の雌部が上縁辺部に現われ果胞子を放出するようになる。かくて成体では雄部は体の中・下縁辺部に用われ、また上部の雌部の間に縁辺に対して斜に或は縦に走る斑として介入している。この介入している縞状の雄斑は何れも体の基部に向き、体の細長いものでは両縁に略々平行となり、幅広いものでは斜となつている。また体の下縁辺の雄部に小雌斑が介在することが多いが、介在の見られざるものもある。後者は後期に出現する低潮位の植物体に多い。なお雄部・雌部共に夫々顕微鏡的雌部・雄部を屢々介在する。

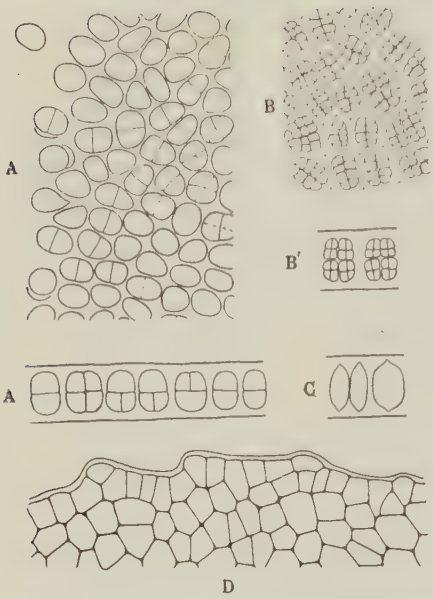


Fig. 48 スサビノリの生育初期に於ける有性生殖器官と凹凸のある体の下縁辺部

P. yezoensis, sexual reproductive organs in the early season of growth (A-C, A′, B′) and uneven lowest margin of thallus (D). A,A′ cystocarps, B, B′ antheridia, C female cells. A, B, D, surface view, A′, B′, C corss section. ×290.

The material 10 cm high, elliptical, collected on Dec. 27, 1954 at Tatamiishi-ura.

Fig. 49 表面観で十字状に分裂していないスサビノリの嚢果

P. yezoensis, not cruciately divided cystocarps. ×290.

The material collected on Apr. 26, 1955 at Nihonmatsu-hana.

体の上部に現われる縞状の雄斑の大きさは普通長さ 0.5～2 cm、幅 1～3mm あるが、更に大きく時に長さ 4～5cm, 幅 7～8mm に達するものもある。この雄斑はその上端を縁辺に出すこともあり、また内方に介在することもある。なおこの雄斑が細く短く多数介在して飛白状を呈することもある。一般に生育の初期及び成熟し始めの時に雄斑は細くまた上記の如く飛白状を呈することが多い。また天然のものより養殖のものに於いてそうである。

精子嚢・嚢果の表面観に於ける大きさは体の中央部の栄養細胞と略々同じである。これらの部分の体の厚さは嚢果部では中央の栄養体部と略々同じであるが、体の上部の精子嚢部ではより厚い。但し体の下縁辺及び若い体で精子嚢の分裂特に体の表面に平行な分裂の未だ十分進んでいない部分では体の中央の栄養体部と略々同じか或はより薄い。

精子嚢の分裂は a/4, b/2～4, c/(4)～8 で最高 128 の精子を形成する。c/8 の分裂は 4 月以降老成したもので現われ、それ以前では少く、c/4 の分裂が多い。

嚢果の分裂は a/1～2, b/(1)～2, c/2～(4) の様式を示し、8 或はそれ以上の果胞子を形成する。c/4 の分裂を示す嚢果は少い。これも完全に c/4 の分裂を示さず c/4 たらんとする分裂である。かゝる分裂も 4 月以降よく成熟した個体で見られ、以前のものでは殆ど見られない。なお嚢果は c/2 の分裂があれば、a, b の分裂はなく或は少くとも、果胞子を放出し、果胞子は糸状発芽をなす。

以上の精子嚢・嚢果の分裂の多寡は老若・生育時期と共に生育場所によつても差がある。即ち海水の栄養の豊富だと思われる所の体色のよいものでよく分裂している。

雌性細胞は雄部或は嚢果部の内方に存する。表面観にて栄養細胞と殆ど区別出来ず、内容も殆ど変りない。断面にてその内容が両端に僅かな突出をなし、紡錘形をなしている。体表まで突出するのは普通は見られない。この突出部と体表に附着した精子が受精管を以て連結しているのが見られる。

無性生殖器官

中性胞子嚢だけを形成する無性体に於いては、体の上縁辺の細胞がそのまゝ何らの分裂・変形もすることなく、内容を充実して胞子嚢となり、中に 1 個の中性胞子を形成する。胞子嚢は不規則な三角・四角或は多角形をなし、長径 (10)～13～18～(25) μ, 短径 (8)～9～14～(16) μ ある。中央に腕の短い星状或は塊状の色素体

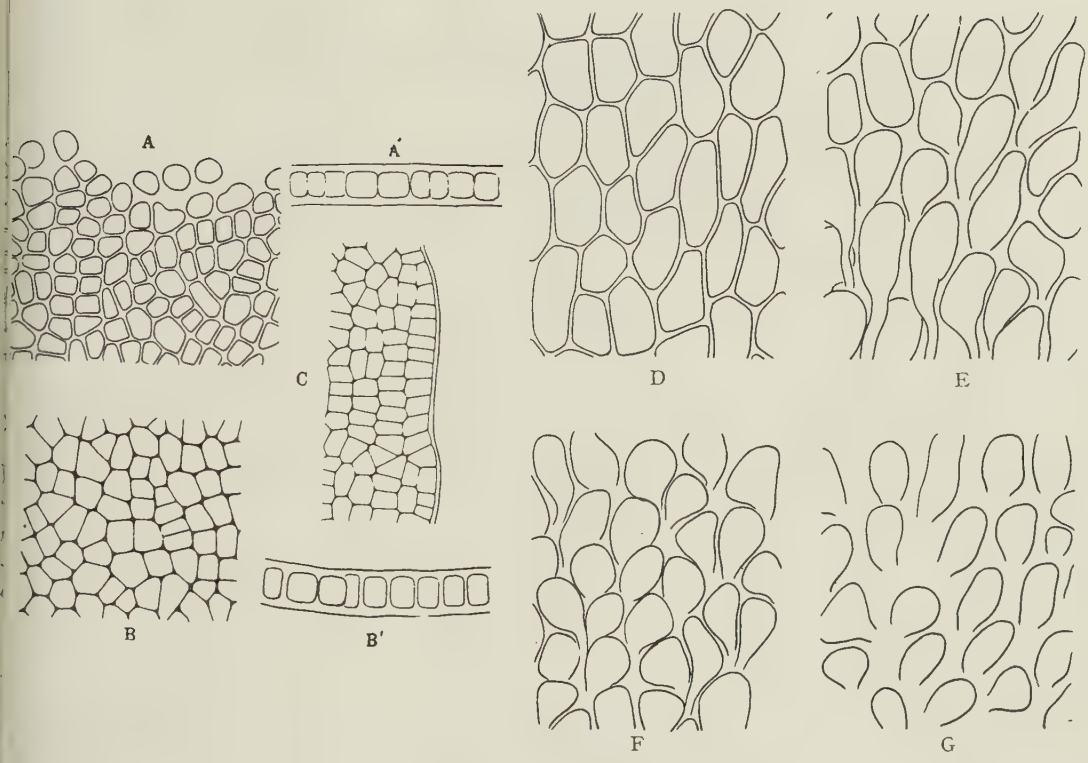


Fig. 50 スサビノリの無性体の栄養細胞と中性胞子嚢

P. yezoensis, vegetative cells and neutral sporangia of asexual plant. A, A′ neutral sporangia, B, B′ vegetative cells in the upper middle part of thallus, C the same in the marginal part. D-G basal cells, being near the base in alphabetical order. A-G surface view, A′, B′ cross section. ×290

The material 6.5 cm high, elliptical, collected on Nov. 10, 1954 at Tatamiishi-ura.

を 1 個存する。断面に於いて一層であるが、その形は四角形をなし、高さが幅と等しいか或は大きい。一般に高さと幅の差が顕著でない。この部分の体の厚さは 20～32μ ある。

この無性体の形は有性体と同じであるが、一般に長めのものが多く、色は赤つぽい。大きさはあまり大きくなく、長さ 1～11cm, 幅 0.6～11cm あり、長さは幅の (0.5)～1～5～(16) 倍ある。中性嚢子嚢が形成され始める体の大きさは 1～7cm であるが、本植物の出現初期及び疎生するもので小さい中から形成される。体の中央部の栄養細胞の形・大きさは上記の中性胞子嚢と略々同じである。この部分の体の厚さは中性胞子嚢部と同じか或はやゝ大きい。有性体に比べて細胞の形は同じであるが、その大きさ及び体の厚さ共に小さい。なおマルバアサクサノリ同様に栄養細胞部との間に境のある成熟帯を示していることがある。

有性生殖器官と無性生殖器官の混在

前記したように本植物には無性生殖器官だけを有する個体 *-n* 体- と有性生殖器官だけの個体 *-ca* 体- の外に、両種の生殖器官をもつた個体が存する。かゝる植物体に中性胞子嚢と精子嚢を有する個体-*na*体-と中性胞子嚢・精子嚢及び嚢果を有ずる個体 *-nac* (=*can*) 体- がある。

na 体では所々に痕跡的に分裂の不十分な精子嚢を中性胞子嚢の間に介在し、肉眼では無性体と同様に雄部を認めることの出来ないもの *-n*(*a*) 体- と或る部分では精子嚢と中性胞子嚢が不規則に混在し、他の部分では中性胞子嚢だけが形成されているもの—狭義の *na* 体—とがある (**Fig. 52, 53, Pl. XXXIII, Pl. XXXIV,**

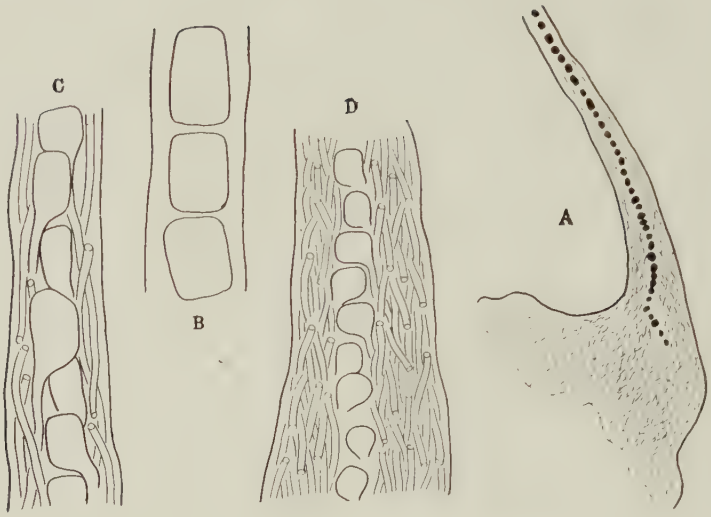


Fig. 51　スサビノリの無性体の基部の縦断面

P. yezoensis, longitudinal section of basl part of asexual plant, being near the base in alphabetical order B-D. (continued from Fig. 50). A×70, B-D×290

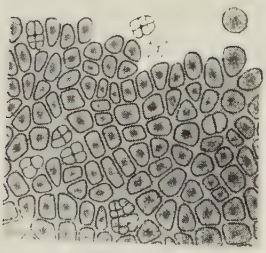


Fig. 52　スサビノリの *n*(*a*) 体に於ける中性胞子嚢と未熟な精子嚢の混在

P. yezoensis, mixing of immature antheridia with neutral sporangia in *n*(*a*) plant, antheridial stripes invisible to the naked eye. ×290.

The material collected on Jan. 9, 1953 at Yogasaki.

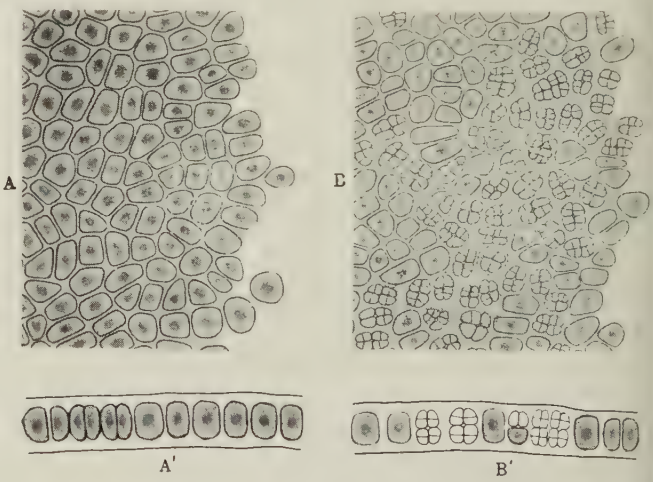


Fig. 53　スサビノリの *na* 体に於ける中性胞子嚢形成部と精子嚢・中性胞子嚢の混在部

P. yezoensis, reproductive portion of *na* plant. A, A′ part of neutral sporangia only, B, B′ part of dim male stripe, antheridia mixed with neutral sporangia. A, B surface view, A′, B′ cross section. ×290

The material 9 cm high, elongated elliptical, showing dim male stripes, collected on Jan. 28, 1955 at Tatamiishi-ura.

A)。後者の中性胞子嚢と精子嚢の混在する部分は両者の多寡によつてかすかに或は比較的はつきりと有性体の雄斑と同様な斑を肉眼で認めることが出来る。この両生殖器官の混在する部分は有性体の雄部に当り、中性胞子嚢だけの部分は雌部に当る。

nac 体では雄部に当る部分が *na* 体よりも肉眼ではつきり認められるが、雄部に当る部分には精子嚢・中性胞子嚢・嚢果が不規則に混在し、雌部に当る部分には中性胞子嚢と嚢果が混在している (**Fig. 54, 55, Pl. XXXIV B, C**)。しかして個体によつて中性胞子嚢が嚢果より多い場合—*na*(*c*), 同じ位の場合—狭義の *nac* 及び果胞子嚢の多い場合—*ca*(*n*) がある。有性生殖器官が多いもの程雄部には中性胞子嚢・嚢果の混在することは少い。*nac* 体では雌部に当る部分の縁辺よりやゝ内方或は縁辺近くで雌性細胞を混在しているのが見られる (**Fig. 55 c, c'**)。なお古い個体で雄斑の認められない *na* (*c*) 体の存することがある。

na 体及び *nac* 体に見られる雄斑は有性体のそれと同じであるが、一般に細く、数が多い。

na 体, *nac* 体の精子嚢・嚢果は表面観 (a, b の分裂) にても断面 (*c* の分裂) にても不十分な分裂を示している。即ち精子嚢は a/4, b/4 の分裂を示すことは少く、c/8 の分裂を示すものは見られない。また *na* 体では *nac* 体より一般に分裂が少い。嚢果は a/2, b/2 の分裂を示すことは稀で、c/4 の分裂を示すものは見当らない。c/2 の分裂は行つている。

na 体, *nac* 体の中性胞子嚢は勿論断面で一層である。表面観で見た場合、嚢果より明るい色を示しその内容は一般に角張つている。中性胞子嚢は精子嚢と左右にまた上下に折半していることがある。*nac* 体で嚢果が多い場合には中性胞子嚢が小さく、2～4 或はそれ以上集つて 1 つの母細胞に由来せる如くなつている場合が多い (**Fig. 55, Pl. XXXIV B, C**)。以上の如く中性胞子嚢と嚢果は形態的にも区別出来るが、夫々の様子を示した部分をとつて胞子を放出させて発芽試験を行つて見ると、

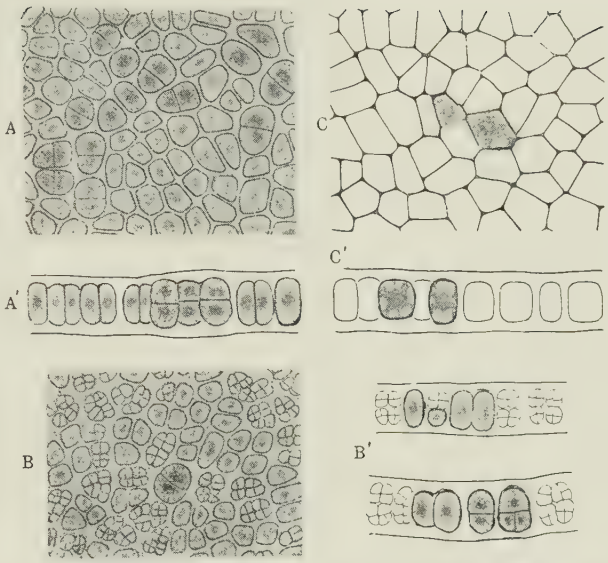


Fig. 54 スサビノリの *nac* 体に於ける中性胞子嚢・嚢果の混在部, 精子嚢・中性胞子嚢・嚢果の混在部及びその栄養細胞

P. yezoensis, reproductive portion of *nac* plant. A, A′ neutral sporangial part mixed with cystocarps (dark coloured), B, B′ antheridial part mixed with neutral sporangia and cystocarps, C, C′ vegetative cells in the middle part of thallus, A-C surface view, A′-C′ cross section. ×290.

The material 10 cm high, elliptical, collected on Dec. 27, 1954 at Tatamiishi-ura.

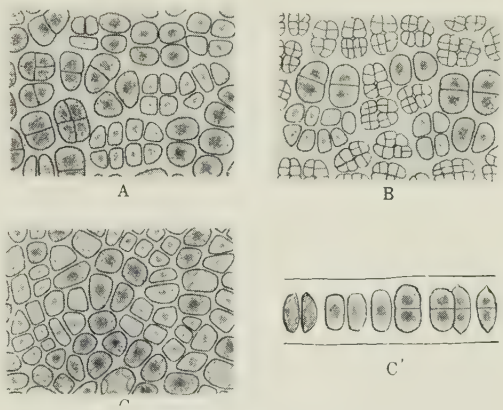


Fig. 55 スサビノリの *nac* 体に於ける有性・無性生殖器官の混在, 特に中性胞子嚢の集りと雌性細胞の混在を示す

P. yezoensis, repoductive portion of *nac* plant, especially showing the grouping of neutral sporaniga and the mixing of female cells. A cystocarpic part mixed with neutral sporangia (light coloured), B antheridial part mixed with cystocarps and neutral sporaniga, C,C′ cystocarpic part mixed with female cells (with poor contents) and neutral sporangia, A-C surface view, C′ cross section. ×290.

The materials A,B collected on Apr. 27, 1953 at Yogasaki, C,C′ on Jan. 28 and Mar. 11, 1955 at Tatamiishi-hana.

Fig. 56　マサゴシキの芽
P. suborbiculata buds found in the sea (×29)
The materials collected on Nov. 25 1953 from "nori" spread on Nov. 16 at Taramushi-ura. Materials kept in about 10 percent fromalin solution were observed.

胞子の培養

中性胞子の培養

中性胞子は胞子嚢に於いて記したと同様な内容を有する。放出時及び直後はアメーバ状をなすが、後円くなる。その直径は 12～16～(17.5)μ ある。基質に附着し伸長して直立し、天然に見られるアマノリの幼芽と同様な発芽体になる。

1953 年 3 月 8 日に 畳石鼻で採集した $n(a)$ 体を用いて、アサクサノリ，マルバアサクサノリと同様な方法で、中性胞子を培養して得た結果を **Fig. 58** に示した。

その経過を見ると、4 日後には 3～4 個細胞からなる棍棒状の直立体となり、6 日後には 7～8 個細胞からなるものも存したが、横の細胞分裂は殆どすゝまず、4～6 個稀に 3 個細胞の発芽体で縦の細胞分裂を示すものが現われた。以後の生長は極めて緩慢でまた寄生菌による枯死体も多数現われた。

果胞子の培養とコンコセリス体

本植物の果胞子の培養については既に (1953 a, b) アサクサノリ (マルバ型)[3] の名のもとに報告した。即ち果胞子は糸状発芽を行い、貝殻を基質とするときはコンコセリス体となり、夏に胞子嚢を形成し始め、秋～冬に単胞子を放出する。コンコセリス体の形態的特徴はアサクサノリと殆ど変らない。

Fig. 57 スサビノリの幼芽

P. yezoensis, buds found in the sea. ×290.
Upper buds collected on *Gracilaria* on Feb. 3, 1953 at Nihonmatsu-hana. Lower buds collected on Dec. 28, 1953 from "hibi" spread on Dec. 12 at Tatamiishi-ura. Materials kept in about 10 percent formalin solution were observed.

コンコセリス体の単胞子放出について、筆者 (1953 b) はアサクサノリよりもおそく 12 月まで可成りの胞子を放出することをのべ、また黒木・平野 (1956 a) はスサビノリ (?)[4] の名のもとにその放出盛期は 9 月下旬～12 月中旬で、その間の水温は 23～10°C 位であつたこと及び放出に遅期性のあること等についてのべた。更に筆者等（黒木・秋山，未発表）の温度実験によれば本植物のコンコセリス体は水温 10°C に於いてもよく胞子嚢を形成し且つ胞子を放出することを確めた。

放出した単胞子は中性胞子同様に初めアメーバ状をなし、後丸くなるが、その大きさは (9)～10.5～12.5～(14)μ ある。中性胞子より小さい。

発芽して中性胞子と同様な アマノリの幼芽になる。1954 年秋に培養せる発芽体を **Fig. 59** に示した。1 列細胞時の幼芽は 5～15μ の太さを示した。細胞数の多いものが太いが、生長が抑えられると、3 個細胞のも

3), 4) 共に本報告でスサビノリとしているものと同じである。
3) については 1956 a p. 40 参照。

Fig. 58　スサビノリの中性胞子とその発芽体

P. yezoensis, neutral spores and their germlings(1 to 27 days old) in the culture of Mar. 8, 1954. ×290.

Fig. 59　スサビノリのコンコセリス体の単胞子とその発芽体

P. yezoensis, monospores of *Conchocelis*-thallus and their germlings (1 to 35 days old) in the culture of Oct. 31 and Nov. 6, 1954. ×290.

のでも 14μ の太さを示すことがあり、その差は小さい。縦の細胞分裂は培養によつて異なるが、3～13 個細胞の発芽体で初めて現われた。

なお 1955 年にはこの単胞子を海で培養して成体を得た（生態の観察の項参照）。

生態の観察

本植物は湾口・湾外に於いて天然に多数着生し、また海苔簀に着生する。湾内では殆ど着生しない。なお最近までは湾外で海苔養殖を行うことは殆どなかつたので海苔簀に本植物の着生することも極めて稀であつた。

本植物の生態的観察は既述したように、天然に着生するものを、主として代ケ崎・壺石鼻・二本松鼻・石浜崎（北側）に於いて定期的に月に 1～2 回行い、またその詳細を知るために壺石鼻に於いて簀建試験を行い、更にコンコセリス体の単胞子を室内で海苔簀に附着させ、これを塩釜湾に移殖して養殖した。

初めに本植物の天然に於ける生育状態及び簀建養殖試験の方法・着生の概要についてのべる。

天然に於ける生育状態

本植物は天然に於いては潮間帯のやゝ上部から亜潮間帯の上部にかけて存し、岩・フヂツボ・イガイ・イワヒゲ・マツノリ・カイノリ・ヒラムカデ・ユナ・ヒデキ・ウミトラノオ・ジョロモク・ハリガネ・テングサ・アラメ等の藻類に着生する。岩・フヂツボには高潮位に於いて着生している。松島湾に於いては岩に附着することは少く、他の藻類上で最も良く繁茂する。

本植物の着生は 12 月以前は少く、最も多く着生・繁茂するのは 3 月～5 月である。6 月下旬になると少くなり、7 月になると殆ど流失し、8 月には見られない。12 月頃までは高潮位に着生しているが、1 月・2 月になるとの第に低潮位に着生するようになり、若い長楕円形・楕円形のものが多数出現し、3 月以降は低潮線前後でよく繁茂し、高潮位のものは衰微する。この着生層の変化を壺石鼻について見ると、初めは高潮位の

イガイ・オゴノリ・オキツノリに附着し、次いで中間位のマツノリ、低潮位のヒラムカデ・ヒヂキ等に着生するようになる。代ケ崎では高潮位の岩から中間位のフクロフノリ、低潮位のヒラムカデ・ユナ等と着生層或は基質を変化する。なお 1 月・2 月に他藻上に着生しているものを見ると、多数の小さい葉体の中に 2-3 の大きい葉体が着生している。

12 月以前の着生は極めて少ないが、11 月中旬に 4-5cm 或はそれ以上の卵形或は円形のものが少数現われにくる。より以前については畳石鼻に於いて 10 月上旬にオゴノリ・マツノリ上に於いて 100μ 前後の本植物の幼芽と思われるものを認めたのが最も早い。これらより見ると、その数は少ないが、本植物の肉眼的大きさにして天然に出現し始めるのは少くとも 10 月下旬乃至 11 月上旬頃からと思われる。なお顕微鏡的或は肉眼的幼芽は 12 月から 3 月乃至 4 月の間は多数認められる。

12 月以前の着生の多少，高潮位から低潮位への着生の移行の時期及び 3 月以降の繁茂の多寡は場所によつてまた年によつて多少異なる。代ケ崎の堤防では畳石鼻に比べて 12 月以前にも比較的多く着生し、低潮位への移行もいくらか早い。これに対して石浜崎の北側向の磯では 2 月中旬頃までは肉眼的大きさのものは稀で、3 月上旬頃からやつと肉眼的大きさになつたものをマツノリ上に多数認めるようになり、4 月になつてよく繁茂するようになる。また 2 月・3 月に褪色がひどく現われるような場所・年には繁茂はあまり良くない。

なお調査を行つた畳石鼻・石浜崎は稀に高潮位の岩にマルバアマノリと思われるものの着生が見られたが、殆ど本植物のみが着生・繁茂した。代ケ崎はマルバアサクサノリの項でのべたように多くの種類が着生していたが、ヒラムカデ・ユナ等に着生するのは本植物だけであつた。

簀建試験

畳石浦 (1953～'54)

簀の建込みは **Table 14** のように 1953 年 9 月から翌年 3 月まで、毎月 2 回乃至 1 回行つた。使用した簀は長さ 2 間，幅 4 尺の椰子繩（コイルヤーン）製の網簀である。網の張込層は一つは潮位 100～110cm 位、他の一つは之より約 30～40cm 下の 60～70cm とした。10 月 31 日以降の建込みでは 9 月～10 月の簀に附着した本植物が中性胞子を放出し始めたので、普通の建込みの外にこれ等の簀の上に重ねて簀を張り胞子を附着させて後に移殖した。潮位 100～110cm に張つた簀は、春先になつて昼間の干出が多くなつたので、2 月 3 日に約 10cm 下げ、3 月 10 日に更に 20～30cm 程下げた。3 月 25 日の簀は畳石鼻の本種の着生してい

Table 14 畳石浦 (1953～'54) に於ける海苔簀建込試験
Spreading of "hibi" at Tatamiishi-ura.

number of "hibi"	spreading date	tide level of the spreading	duration of the covering of "hibi" on other one	number of "hibi"	spreading date	tide level of the spreading	duration of the covering of "hibi" on other one
	1953	cm				cm	
No. 1	Sept. 11	100～110		6-1p,2p	Nov. 16	100～110	until Dec. 3
1′	〃	60～ 70		7 7-1p,2p	Dec. 3	100～110	〃 Dec. 22
2	24	100～110		7′ 7′-1p,2p	〃	60～ 70	〃 〃
2′	〃	60～ 70		8-3p	22	100～110	〃 Jan. 6
3	Oct. 8	100～110		8′-3p	〃	60～ 70	〃 〃
3′	〃	60～ 70		9 9-4p	1954 Jan. 11	100～110	〃 Jan. 16
4	22	100～110		9′ 9′-4p	〃	60～ 70	〃 〃
4′	〃	60～ 70		10 10-1p,2p	Feb. 8	100～110	〃 Feb. 20
5-1p	31	100～110	until Nov. 16	11	Mar. 25	20～ 40	covered on rock where *Porphyra* grows

1p, 2p …… showing the covering of "hibi" on the "hibi" of No. 1, No. 2 …….

Table 15. 畳石浦 (1953～'54) に於ける各建込簗のスサビノリの生長

Growth of *P. yezoensis* on "hibi" spread on different date at Tatamiishi-ura (1953～'54)

number of "hibi"	spreading date	date of observation														
		1953 Oct. 8	Oct. 22	Nov. 6	Nov. 25	Dec. 14	Dec. 28	1954 Jan. 11	Jan. 22	Feb. 8	Feb. 20	Mar. 10	Mar. 22	Apr. 11	Apr. 23	May. 20
No. 1	1953 Sept. 11	**27** days 0.12 cm ～0.15	**41** 1～2	**56** 7～8 ～(13)	**75** 15～20 ～(25)											
1′	〃	0.5 ～2	3～5	7～11	15～20 ～(30)											
No. 2	Sept. 24	**14** micro.	**28** 0.2～0.3	**43** 2～3	**62** 10～15 ～(18)	**81** 15～20 ～(23)										
2′	〃	〃	0.6	5～7	10～17	20～25 ～(35)										
No. 3	Oct. 8		**14** micro.	**29** 0.3～0.4	**48** 4～6	**67** 8～13	**81** 10～15	**95** 12～17	**106** 15～20 ～(23)							
3′	〃		〃	0.3～0.4	5～6	〃	〃	15～20								
No. 4	Oct. 22			**15** micro.	**34** 0.3	**53** 1.5～1.9	**67** 3～5	**81** 4～7 ～(10)	**92** 10～14	**109** 15～20 ～(24)						
4′	〃			〃	0.5		4～7	5～10	10～15	〃						
No. 5-1p	Oct. 31			**6** micro.	**25** 0.2	**44** 1	**58** 4～6	**72** 5～7	**83** 5～10	**100** 10～13	**112** 10～15 ～(20)	**130** 15～20 ～(30)				
No. 6-1p 2p	Nov. 16				**9** micro	**28** 0.1～ 0.15	**42** 0.5～0.6	**56** 4～5	**67** 4～5	**84** 5～10	**90** 10～15			15～25		
No. 7 7-1p 2p	Dec. 3					**11** micro.	**25** micro.	**39** micro.	**50** 0.1	**67** 0.15	**79** 0.5～1	**97** 1～2.5	**109** 3～5	**129** 6～8	**131** 5～10	**158** 10～12
No. 8-3p	Dec. 22						**6** micro.	**20** micro.	**31** micro.	**48** micro.	**60** 0.1～ 0.12	**78** 0.1～ 0.25	**90** 0.1～0.2	**110** 3～4		**149** 10～15
No. 9 9-4p	1954 Jan. 11								**14** micro.	**31** micro.	**43** micro.	**61** 0.07～ 0.08	**73** 0.1～0.3	**93** 0.5～1	**105** 4～6	**132** 10～15～ (24)
No. 10 10-1p 2p	Feb. 8										**12** micro.	**30** micro.	**42** 0.05～ 0.1	**62** 0.3	**74** 3～5	**101** 10～15 ～(22)
No. 11	Mar. 25													**17** micro.	**29** 0.3～ 0.55	**56** 6～10

Gothic numerals indicating the number of days passed after the spreading

る岩の上に被せて胞子付した。

9 月から 3 月までの間に建込んだ高潮位の簀にはすべて多数の本植物の幼芽が着生した。特に重ね簀を行つた 10 月 31 日 (No. 5-1p), 11 月 16 日 (No. 6-1p, 2p), 12 月 3 日 (No. 7-1p, 2p ; No. 7′-1p, 2p), 12 月 22 日 (No. 8-3p ; No. 8′-3p), 1 月 11 日 (No. 9-4p, No. 9′-4p), 2 月 8 日 (No. 10-1p, 2p) の簀では多量に附着密生した。岩振りした No. 11 でも多数の附着を見た。低潮位のものでは何れも硅藻等の附着が多くて、アマノリの附着は少く、特に 12 月 3 日 (No. 7′), 12 月 22 日 (No. 8′), 1 月 11 日 (No. 9′) では極めて少なかつた。

本植物以外の簀に附着したアマノリの種類について、9 月 11 日 (No. 1, 1′), 24 日 (No. 2, 2′), 10 月 8 日 (No. 3, 3′), 22 日 (No. 4, 4′) ではアサクサノリの混生が見られた。この間建込日の遅いもの程アサクサノリの混生は少く、10 月 31 日 (No. 5-1p) では稀に発見できたゞけである。以後の簀には本植物だけが着生した。

幼芽附着後の生育について見ると、

No. 1, 2, 3, 4 では順調に成長したが、No. 4 で縮れノリが多く見られた。3 月 10 日に簀を下げて後に、22 日に葉体に硅藻の附着が少し認められ、4 月 11 日には硅藻が一面に附着して所謂ドタ腐れとなり、4 月 23 日にはなおいくらか残存せるものがあつたが、5 月 20 日にはすべて流失していた。

No. 1′, 2′, 3′, 4′ では着生したものは十分に成長したが、12 月 8 日頃から葉体に硅藻の着生が見られ、老葉から次々に流失し、5 月 20 日には No. 1, 2, 3, 4 同様にすべて流失していた。

No. 5-1p, No. 6-1p, 2p は重ね簀の期間が長すぎて幼芽の着生が多過ぎ、移殖後は簀に硅藻が多量附着して枯死幼芽が多く、成長したものは簀の少数部分に於いてのみであつた。共に縮れノリが多く見られた。3 月 10 日に簀を下げて後は No. 1, 2, 3, 4 と同様にドタ腐れとなり、5 月 20 日にはすべて流失していた。

No. 7, 7-1p, 2p, No. 8-3p, No. 9, 9-4p では何れも簀にヒビミドロが着生して 1 月～2 月には 0.5～1cm の長さとなつて幼芽を覆つた。3 月 10 日にはヒビミドロは乾燥のため枯死したが、幼芽の枯死もまた見られた。3 月 10 日に簀を下げて後は葉体に硅藻の附着も見られ、充分な大きさに生長したものは少数であつた。7 月 5 日にはすべて流失していた。

No. 7′, 7′-1p, 2p, No. 8′-3p, No. 9′-4p は建込或は移殖後間もなく硅藻の附着極めて多く、幼芽は之に覆われてすべて枯死し、成長したものは見られなかつた。

No. 10, No. 10-1p, 2p では硅藻・ヒビミドロの着生はなかつたが、2 月 20 日, 3 月 10 日には簀の乾燥が大きいせいか、枯死幼芽が可成り見られた。3 月 10 日簀を下げて後の経過は No. 7～9 と略々同様である。

No. 11 は幼芽の附着後順調な生長を示したが、6 月 4 日～7 月 5 日の間に簀が浪にさらわれ、6 月 4 日までの経過しか見ることが出来なかつた。

以上の各簀に着生した本植物の生長経過の大略を **Table 15** に示した。

塩釜湾 (1955～'56)

30cm 立方の小型水槽を用いて、本植物のコンコセリス体の単胞子を 1955 年 9 月 18 日～19 日にコイルヤーン製の綱簀（長さ 2 間, 幅 4 尺）に附着させ、これを 9 月 20 日に塩釜湾に移殖した。移殖時に単胞子の発芽体は 1～2 個細胞の幼芽となり、その着生数は簀糸 12～13cm 間に 10～20 個位であつた。簀の張込潮位は普通の高さである。この簀に更に 10 月 31 日, 11 月 25 日及び '56 年 2 月 24 日に重ね簀をして親簀のノリの中性胞子を附着させこれを養殖した。

単胞子の発芽体は肉眼で認められる位の大きさまでは順調に生長したが、中性胞子が形成されるようになつてからは伸長は殆どすゝまず、また油の附着・病害の発生等のため 12 月には大部分が流失した。しかして以後は中性胞子による二次的な幼芽が多数着生して繁茂した。なおこの簀にはアサクサノリも混生した。10 月 31 日の重ね簀には多数の本植物が着生し、順調な生長を示した。11 月 25 日の重ね簀では多数の幼芽が着生したが、移殖後ヒビミドロ・硅藻等の着生が多く、これに覆われて、十分な大きさに生長したものは少なかつ

Table 16. 塩釜湾 (1955～'56) に於けるスサビノリの生長
Growth of *P. yezoensis* at Shiogama (1955～'56)

A Spreading on Sept. 20, 1955		B Spreading on Oct. 31, 1955	
date	height	date	height
Sept. 20 (2 days old)	1～2 celled	Nov. 17 (18 days old)	100～200 μ
26 (8 〃 〃)	100～220 μ (4～6 rowed of cells)	Dec. 23 (53 〃 〃)	4～5 cm
Oct. 3 (15 〃 〃)	190～400 〃	Jan. 28 (89 〃 〃)	15～16 〃
11 (23 〃 〃)	1.4～4.4mm	Mar. 13 (133 〃 〃)	10～20 〃
18 (30 〃 〃)	4～8 〃		
25 (37 〃 〃)	6～18 〃 (round or reniform)		
Nov. 5 (48 〃 〃)	6～13 〃 (〃)		
17 (60 〃 〃)	9～17 〃 (〃)		

A Culture of monospores of *Conchocelis*-thalli settled on "hibi" on Sept. 18～19 at laboratory.

B Culture of neutral spores of young leafy thalli (A) settled on "hibi" by covering on the "hibi" A.

た。2 月 25 日の重ね網では着生幼芽は少なかつたが、生長して成体となつた。

これらの植物は 1 月～4 月に最もよく繁茂し、以後次第に衰微し、6 月末まで僅か乍ら存したが、7 月下旬にはすべて流失していた。

単胞子の発芽体及び 10 月 31 日に重ね網して得たものの生長経過を **Table 16** に示した。

以上の天然に着生するもの，網建試験及びコンコセリス体の単胞子の発芽体の養殖試験から次のような本植物の出現・生長・消失の状態を知ることが出来る。

出現・生長・消失

本植物は 10 月上旬乃至下旬から肉眼的幼芽として現われ、11 月中・下旬から 5 月の間によく繁茂する。6 月になると衰微し、7 月になると殆どなくなり、8 月には見られない。

葉体として発芽する胞子は 9 月から 3 月にかけて存し、顕微鏡的或は肉眼的幼芽は 3 月乃至 4 月まで引続いて現われる。

着生した胞子は早いものでは 3～4 週間で肉眼的大きさに達し、2 ケ月位すると十分な大きさの成体となる。この生長はその生育環境とも関係があるが、秋に出現したもので早く、冬期のもので緩慢となり、春になつて再び早くなる。これを畳石浦の網建試験によつて見ると、**Table 15** の如く、9 月 11 日～11 月 16 日の建込みの網では 1 ケ月前後で肉眼的大きさに達し、9 月 11 日建のもの (No. 1) が 11 月下旬、9 月 24 日のもの (No. 2) が 12 月中旬、10 月 8 日のもの (No. 3) が 1 月上旬、10 月 22 日のもの (No. 4) が 2 月上旬、10 月 31 日のもの (No. 5-1p), 11 月 16 日 (No. 6-1p, 2p) が 2 月下旬～3 月上旬には充分な大きさに達していた。肉眼的大きさになつて以後の生長は No. 1, 2 は略々同じであるが、他のものは建込の遅いもの程生長が緩慢となつている。12 月 3 日～1 月 11 日 (No. 7-9) の建込みのものでは肉眼的大きさになるまでに 2 ケ月前後を要し、以後の生長も緩慢で 5 月下旬に最大の大きさに達した。2 月 8 日の建込 (No. 10) ではやゝ生長が早くなり、3 月 25 日 (No. 11) では 9 月・10 月建のものと同様な順調な生長を示している。また低潮位に張つた網の方が高潮位のものより生長は早くなつている。

塩釜湾に於ける単胞子の養殖では 23 日後には肉眼的大きさとして認められたが、以後は極めて旺盛な中性胞子形成のためか伸長は殆ど認められず、体は円形乃至腎臓形をなして体長より幅の生長の方が大きかつた。10 月 31 日の重ね網によるものは畳石浦 10 月 22 日乃至 31 日のものと略々同様な生長をなした。

以上の如き生長の経過は場所或は海苔網の管理の如何によつても差が出てくるが、大体の傾向はこれによ

P. yezoensis, seasonal change of reproductive organs in the plants on "hibi" (net) spread on different dates at Tatamiishi-ura (1953～'54)

number of "hibi"	spreading date	date of observation															
		1953 Oct. 8	Oct. 22	Nov. 6	Nov. 25	Dec. 14	Dec. 28	1954 Jan. 11	Jan. 22	Feb. 8	Feb. 20	Mar. 10	Mar. 22	Apr. 11	Apr. 23	May 20	June 4
No. 1	1953 Sept. 11	ster.	*n*	*n* *na* *nac*	°*n*(*a*) *na*(*c*) {*ca*(*n*)}	*n*(*a*) *na* °*nac* *ca*(*n*)	*n*(*a*) *na* °*nac* *ca*	*n*(*a*) *na* °*nac* °*ca*		*n*(*a*) °*na* °*nac* °*ca*	*ca*(*n*) *ca*	*ca*	*ca*(*n*) °*ca*	*ca*	*ca*		
1′	〃	*n* *n*(*a*)	*n* *na* *na*(*c*)	*n* *na* *nac* *ca*(*n*)	°*n*(*a*) *na*(*c*)	°*n*(*a*) *na* *nac* *ca*(*n*)	°*n*(*a*) °*na* *nac* *ca*	*n*(*a*) °*na* °*nac* °*ca*		〃	〃	*ca*(*n*) *ca*	*ca*	〃	〃		
No. 2	Sept. 24	ster.	ster.	*n*	°*n*(*a*) *na* *nac*	°*n*(*a*) °*na* *nac* *ca*(*n*)	*n*(*a*) *na* °*nac* °*ca*	*n*(*a*) *na* °*nac* °*ca*	*n*(*a*) *na* *nac* *ca*	*n*(*a*) *na* °*nac* °*ca*	*ca*(*n*) *ca*	*ca*	*ca*(*n*) °*ca*	*ca*	*ca*		
2′	〃	〃	〃	*n* *na* *na*(*c*)	°*n*(*a*) °*na* *nac*	*n*(*a*) *na* *nac*	*n*(*a*) *na* *nac* *ca*	*n*(*a*) *na* *nac* *ca*	〃	〃	〃	(*nac*) *ca*	〃	〃	〃		
No. 3	Oct. 8		ster.	ster.	*n*	°*n*(*a*) *na*	*n*(*a*) °*na* *nac* *ca*	°*n*(*a*) °*na* °*nac* *ca*	*n*(*a*) *na* *nac* *ca*	*na* °*nac* °*ca*	*ca*(*n*) *ca*	*ca*	*ca*	*ca*	*ca*		
3′	〃		〃	〃	〃	°*n* *n*(*a*)	°*n*(*a*) *na*	°*n*(*a*) *na* *nac* *ca*	〃	*nu* *nac* *ca*	〃	〃	〃	〃	〃		
No. 4	Oct. 22			ster.	ster.	ster. (*n*)	*n* *n*(*a*)	*n* *n*(*a*)	*n*(*a*) *na* *na*(*c*)	*n*(*a*) *na* *nac* *ca*	*na*(*c*) *nac* *ca*	*ca*	*ca*	*ca*	*ca*		
4′	〃			〃	〃	*n* {*n*(*a*)}	*n* *n*(*a*) {*na*(*c*)}	°*n*(*a*) *na* *na*(*c*)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃		
No. 5-1p	Oct. 31			ster.	ster.	ster.	ster. {*n*(*a*)}	*n* *n*(*a*)	*n*(*a*) *na*	*n*(*a*) °*na* °*nac* *ca*	*na*(*c*) °*nac* *ca*	*ca*(*n*) *ca*	*ca*	*ca*	*ca*		
No. 6-1p 2p	Nov. 16				ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	*n*(*a*) *na* *nac*	*nac* *ca*	*ca*(*n*) *ca*	*ca*	*ca*	*ca*		
No. 7 No. 7-1p 2p	Dec. 3					ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	*ca*	*ca*	*ca*	*ca*
No. 8-3p	Dec. 22						ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	*ca*	*ca*	*ca*	*ca*
No. 9 9-4p	1954 Jan. 11								ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	ster.	*ca*	*ca*	*ca*
No. 10 10-1p 2p	Feb. 8										ster.	ster.	ster.	ster.	*ca*	*ca*	*ca*
No. 11	Mar. 25													ster.	ster.	*ca*	*ca*

For description of *n*, *n* (*a*), *na*, *na* (*c*), *nac*, *ca* (*n*) and *ca* see Fig. 43 (*P. kuniedai*).
° Showing a dominant occurence.
Brackets ( ), { } showing a rare occurence.

てうかがい知ることが出来る。

天然に着生するものでは 3 月～5 月が盛期であるのに対し、筏に着生するものでは 11 月中・下旬から 4 月頃までが繁茂の盛期であった。これは天然においては出現盛期に適当な基質に恵まれないために繁茂がおくれ、筏に於いては一般的にやや高潮位に建込まれており、また波浪の少ない静かな場所にあるために手まめな筏の管理をしなければ、季節と共に変化する気象海況に順応し難いために消失が比較的早くなるもののようである。

生殖器官の季節的変化

上記の生育状態の調査と共に生殖器官についても調査し、代ケ崎（1952～'53）、畳石鼻（1953～'54）、石浜崎北側（1954～'55）の天然に着生するもの及び畳石鼻（1953～'54）の建込筏に着生したものの調査結果を **Table 17**, **Fig. 60** に示した。

これらの調査によると雄性生殖器官だけを作る個体（*n* 体）は 10 月～2 月～（3 月）、有性生殖器官だけを形成する個体（*ca* 体）は 12 月（稀に 11 月）以降消失期（7 月）まで存する。この間 10 月～3 月には中性胞子嚢と精子嚢を同じ体に有する個体（*na* 体）、（10 月）～11 月～3 月～（4 月）には中性胞子嚢・精子嚢・嚢果を同じ体に有する個体（*nac* 体）が存する。10 月～11 月は *ca* 体なく、4 月以降は *ca* 体だけとなる。之を形成される胞子について見ると、中性胞子は 10 月～3 月（稀に 4 月）に、果胞子は 11 月から消失期まで存する。そして 10 月は中性胞子だけを、4 月以降は果胞子だけを放出し、この中間は中性胞子・果胞子共に放出している。

このような生殖器官の季節的変化はその着生状態と共に場所或は年によっていくらかのずれがあり、また同じ場所でも建込日・建込潮位を異にした筏による差異も見られる。

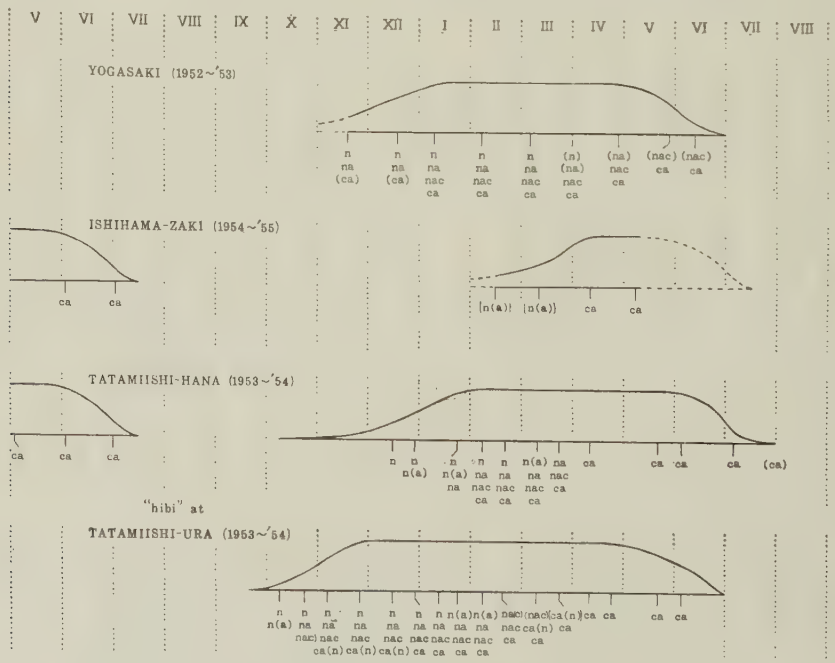


Fig. 60　スサビノリの消長と生殖器官の季節的変化

P. yezoensis, period of growth and seasonal change of reproductive organs. For description of *n*, *na*, *nac*, *ca* etc. see Fig. 43 (*P. kuniedai*).

代ケ崎に於いては比較的早くから着生が認められたが、1月・2月に多数出現し、5月までよく繁茂した。ノリ摘みもあつたせいか6月には極めて少くなつた。*n* 体は3月まで在し、*ca* 体は稀ではあるが11月18日にも存した。また4月に比較的多くの *nac* 体が存し、以後も稀に *nac* 体が認められた。即ち生殖器官の有性化が比較的早くから見られ、また比較的おそくまで無性生殖が見られた。

畳石鼻に於いては12月の着生は未だ少く、1月・2月から多数出現し、5月までよく繁茂した。6月はやゝ衰微し、7月下旬には稀にその存在を知るだけであつた。生殖器官は12月・1月は *n* 体・*na* 体だけで *ca* 体は2月から認められるようになつた。3月になると *n* 体は見られなくなり、4月以降は *ca* 体のみとなつた。即ち有性体の出現がおそく、無性生殖は代ケ崎より早く見られなくなつた。

石浜崎北側に於ける2月までの着生は極めて少く、3月に漸く肉眼的幼芽の着生が多数認められ、4月～5月によく繁茂した。生殖器官については3月まで *na* 体だけが存し、4月以降は *ca* 体だけであつた。即ちこゝでは3月以前の着生極めて少く、この間の無性生殖は顕著でなかつた。

なおこの地点の着生の状態は中性胞子による二次的繁殖よりはむしろ同地に多数生育していたコンコセリス体と大きい関係があるのではないかと思われた[5]。

畳石浦の簀に於ける着生状態は前記した通りであるが、*n* 体は10月～1月に存し、*ca* 体は12月以降に存した。2月になると *n* 体はなく、3月には *na* 体もなくなり大部分が *ca* 体で4月以降は *ca* 体だけとなつた。即ち無性体・有性体が早くから見られ、更に無性体は早くから見られなくなつた。

これを更に建込日別に見ると、9月11日～10月31日の No. 1～No. 5-1p 及び No. 1′～4′ では *n* 体・*na* 体・*nac* 体・*ca* 体すべてが現われたが、11月16日の No. 6-1p, 2p では *n* 体なく、12月3日以降の No. 7～11 では *ca* 体だけしか現われなかつた。なお *n* 体は No. 1～2, 1′～2′ では11月下旬にはなくなり、No. 3, 3′ では12月下旬以後、No. 4, 4′, No. 5-1p では1月下旬以降なくなつている。之に対し *ca* 体は No. 1～3, 1′～3′ では12月下旬から、No. 4, 4′, No. 5-1p では2月上旬から、No. 6 では2月下旬から現われている。早く建込んだ簀で早く無性体が見られなくなり、また早く有性体が出現している。この *n* 体形成時期に *n* 体の早くなる簀を見ると、未熟体はなお存し、生殖器官を形成し始めるものは *n* 体を経ずに *na* 体となつている。これは簀上の植物体の着生状況即ち組成と関係があるように思われる。

更に着生水位等の差によつて、形成される生殖器官がより有性的な場合と無性的な場合とがある。畳石浦に建込んだ簀の No. 1～3 及び No. 1′～3′ に於いては12月中旬～1月上旬にかけて上水位の No. 1～3 よもり下水位の No. 1′～3′ でより無性生殖が盛んであつた。なお畳石鼻に於いて2月は上水位でより有性的なのが多く、下水位で無性的なものが多かつた。これは葉体の老若と大きい関係をもつているが、着生水位もいくらか関係があるように思われる。その他畳石鼻（1952～'53）の調査で4月2日は殆どすべてが *ca* 体になつていたが、岩蔭になつているマツノリ上のものに於いては *nac* 体が多く、*ca* 体は少なかつた。

以上のように場所によつて或は簀によつて生殖器官の季節的変化に多少の差が見られるが、隣接する畳石鼻と畳石浦の簀或は建込日を異にした各簀を比較して見ると興味深い。

次に生殖器官の変化を個体別に見ると、各時期に簀建した実験結果から、初期出現のものは若い時に無性生殖を行い、次第に生殖器官が有性化し、老成すると有性生殖のみを行うようになり、後期出現のものは無性生殖を行うことなく、初めから有性生殖器官だけを形成することが分る。即ち10月～2月に生殖器官を形成し始めるものは *n* 体→ *na* 体→ *nac* 体→ *ca* 体（時に *na* 体→ *nac* 体→ *ca* 体或は *nac* 体→ *ca* 体）の過程を、3月に形成し始めるものは *na* 体→ *nac* 体→ *ca* 体或いは *nac* 体→ *ca* 体の過程を経、4月（時に2月）から生殖器官を形成し始めるものは *ca* 体の時代だけとなる。

無性体が有性化するときの *nac* 体について、その生殖器官は1月頃までは体の下部に於いて、より無性的であるが、2月以降になると、こんどは体の下部に於いて、より有性的な傾向が見られる。但し古い個体では1

5) 黒木・平野 1956 a, p. 33 参照。

月以前に於いても体の上部でより無性的なものもある。

生殖器官を形成し始める体の大きさは既述したように 1～7cm 位であるが、塩釜湾 (1955～'56) でコンコセリス体の単胞子を培養したときは 3～4 mm の大きさで中性胞子を形成し始めた。胞子附着後中性胞子形成までの日数は豊石浦 (1953～'54) の実験で見ると、**Table 17** から分るように 27～58 日を要している。早期附着のもの程形成までの日数が短い。上記の塩釜湾の実験では 23 日で中性胞子を形成するようになつた。この無性生殖は塩釜湾の如く栄養の豊富な所で早く行われ始め、また盛んなようである。

生活史

以上の実験・観察から本植物の生活史を次のように要約することが出来る (**Fig. 61, 73**)。

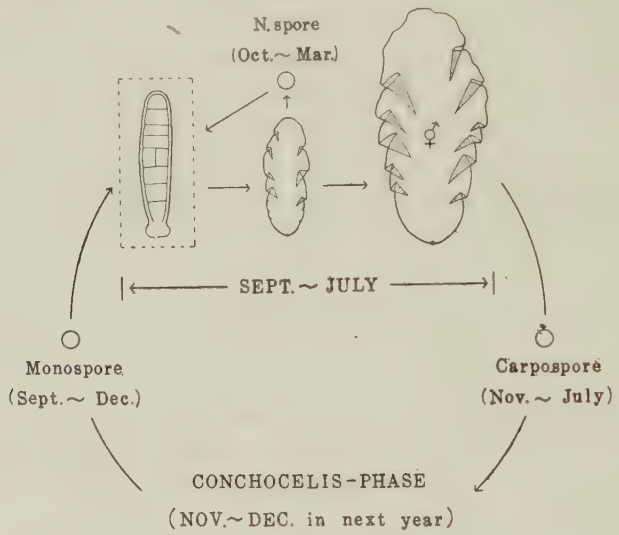


Fig. 61　スサビノリの生活環
P. yezoensis, life-cycle.

本植物は 10 月上旬乃至下旬頃から肉眼的幼芽として出現し、初期出現のものは 11 月下旬乃至 12 月上旬には充分な大きさの成体となり、12 月～5 月の間に最もよく繁茂する。6 月になるとやゝ衰微し、7 月には殆ど消失する。但し天然に於いては 3 月～5 月に最も多く繁茂する。

この間 10 月～3 月には中性胞子を形成して盛んな二次的繁殖を行い、多数の幼芽を生ずる。一方 11 月以降消失するまで果胞子をも形成・放出する。4 月以降は果胞子だけを形成する。

生殖器官を形成する体に無性生殖器官の中性胞子嚢だけを有する個体 (*n* 体)、中性胞子嚢と精子嚢を有する個体 (*na* 体)、中性胞子嚢・精子嚢及び嚢果を有する個体 (*nac* 体) 及び精子嚢・嚢果の有性生殖器官だけを有する個体 (*ca* 体) が存する。*n* 体は 10 月～2 月，*na* 体は 10 月～3 月，*nac* 体は 11 月～3 月に存し、*ca* 体は 12 月以降消失期まで存する。即ち 3 月以前には *n* 体，*na* 体，*nac* 体或は *ca* 体が存するが、4 月以降には *ca* 体だけとなる。これを個体別に見ると無性生殖を行う 10 月～3 月には生殖器官の形成初期即ち若い時に無性生殖器官を作り、老成するにつれて有性生殖器官を作るようになる。4 月以降は初めから有性生殖器官だけを形成する。

放出した果胞子は海底の貝殻に附着してコンコセリス体となつて越夏し、9 月～12 月に単胞子を放出して次期出現の葉体のもととなる。

考察

本植物は卵形・楕円形乃至長楕円形で屢々円形をなすこと、雌雄同体で雄斑が縞状をなすこと、精子嚢 a/4, b/2～4, c/(4)～8, 嚢果 a/1～2, b/(1)～2, c/2～(4) の分裂様式，幼芽は 6～8 位の細胞になつた時に初めて縦の細胞分裂を行うこと，楕円形乃至長楕円形の幼芽、生態的には中性胞子形成による 無性生殖が秋から春にかけて長期に亘り、またコンコセリス体の単胞子放出期も長く、生育期も長いこと等の特徴をもつている。

卵形乃至円形をなすものでは縞状の雄斑を示す点においてマルバアサクサノリに似るが、形態的には上記の精子嚢・嚢果の分裂・体の色・厚さ等によつて区別出来る。

本植物はその体形・雌雄同体で縞状の精子嚢斑を示すこと、体の厚さ・細胞の形・大きさ等スサビノリの原記載（殖田，1932）とよく一致する。また精子嚢・嚢果の分裂様式もよく似ている。しかしこの有性生殖器官の分裂様式を原記載と比較して見ると、原記載では精子嚢の分裂が a/4, b/2, c/8, 嚢果の分裂が a/2, b/2, c/4 となつていて、本植物では精子嚢の b の分裂がより多く、嚢果の c の分裂が十分でない。

この差異について Tanaka (1952) は殖田の原記載と同様な分裂様式を記しているが、図 (Fig. 19, G) によると精子嚢の b の分裂が 4 のものもある。これに対して福原 (1958) は北海道の余市・高島・忍路・奥尻・松前・函館・有珠・室蘭等のスサビノリを観察し、これらの精子嚢の分裂は a/4, b/4, c/8, 嚢果の分裂は a/2, b/2, c/4 であるとのべた。また須藤 (1957) は東京湾のスサビノリの精子嚢・嚢果の分裂は夫々 a/2～4, b/4, c/8; a/1～2, b/2, c/4 と記している。

筆者は別報 (1959 b) のようにスサビノリの原産地と思われる室蘭に於いて 1955 年 12 月から 7 月の間、5 回に亘つて同地で採集観察を行い、同地には有性生殖器官の分裂様式は別にして外形その他の形態的特徴が原記載とよく一致するものが多数繁茂していたこと，精子嚢・嚢果の分裂様式は夫々 a/4, b/2～4, c/(4)～8; a/2, b/1～2, c/(2)～4 を示し、夫々の c の分裂が 8, 4 となり十分成熟している個体で精子嚢の b/4 の分裂の少ないものが比較的多く、またこの b/4 の分裂が稀にしか見られないものもあること，更に精子嚢の c の分裂が 8～16 になれるもの、嚢果の a の分裂が 2 以上になれるものの存すること等を観察し、スサビノリの精子嚢・嚢果の分裂様式はその老若或は生育環境によつてある変異が存し、スサビノリの原記載は前記の如き精子嚢の b/4 の分裂が稀にしか見られない標本によつたものではなかろうかと述べた。

一方この室蘭の材料を松島湾の本植物と比較してみると (**Table 18**)、外形その他の特徴はよく一致するが、スサビノリの原記載との比較と同様に嚢果の c/4 の分裂が、松島湾のもので十分でない。また生態的にも両者はよく似ているが、室蘭ではイガイ上の着生が多く、松島湾では他藻上の着生が多い。なお室蘭に於ける採集・観察は 4 回だけで十分なことは云えないが、無性生殖器官を形成する体が松島湾に於ける程多くないように思われた。しかしてこれらの差異は生育地の差によるもので両者を区別する程のものではないと筆者には思われる。

以上のような検討のもとに松島湾の本植物をスサビノリと同定する。

なお殖田は朝鮮の日本海沿岸及び北海道北部から *f. coreana* Ueda を記載し、体に裂片を有すること多く、体がやゝ薄く、断面に於ける細胞の形がやゝ円形（高さが幅より余り大きくない）をなし、嚢果の第 3 (c) の分裂の方向が傾斜する等の特徴をのべている。図 (Pl. V, 1-5) によると精子嚢の c の分裂は殆ど 4 の如く、嚢果の c の分裂も大部分が 2 で、4 の分裂を行わんとしているものが少しあるだけである。Tanaka もまた北海道歌棄の水深 3～7 尋の所から *f. kinoshitai* Yam. et Tanaka を記載し、体が長く、やゝ薄く、嚢果は 8 つ、稀に 16 に分裂し、精子嚢の分裂はスサビノリに似ていることを述べている。なお図 (Fig. 20) によると精子嚢・嚢果の分裂は夫々 a/4, b/2～4, c/8; a/2, b/(1)～2, c/2～(4) となり、嚢果の分裂が不十分である。

f. coreana については Tanaka は品種としての価値を否定している。*f. kinoshitai* については福原 (1958) はその原産地の標本を調べ、精子嚢・嚢果の分裂は夫々 a/4, b/4, c/8; a/2, b/2, c/4 なることをのべ、また品種としての区別に疑問をのべている。筆者もまた福原氏の御好意により、同地の材料 (1958 年 3 月 21

Table 18. スサビノリの原記載及び室蘭・松島湾のスサビノリ及びウタスツノリの特徴の比較
Characters of *P. yezoensis* in its original description, at Muroran and Matsushima Bay and of *P. yezoensis f. kinoshitai* at Utasutsu.

	Original description (Ueda, 1932)	Muroran	Matsushima	Utasutsu
size (length × breadth)	10～20×3～13cm	5～25×1～18	5～20×1.5～8	17×5.5
length/breadth		1～5	1～5	3
thickness of thallus	32～53 μ	40～52	35～50	40
size of veget. cell	14～16(?)μ	10～26×8～16	15～25×11.5～16	18～26×12～20
division of antheridia	a/4, b/2, c/8	a/4, b/2～4, c/(4)～8	a/4, b/2～4, c/(4)～8	a/4, b/2～4, c/8
thickness of anth. part		60～64μ	50～60	44
division of cystocarps	a/2, b/2, c/4	a/2, b/1～2, c/(2)～4	a/2, b/1～2, c/2～(4)	a/2 b/1～2, c/2～(4
thickness of cyst. part		60 μ	40～50	44
season of growth		～Nov. ～July	Oct. ～July	
substrata	rock or other algae	rock, mussel, acorn barnacle, or other algae	rock, mussel, acorn barnacle, or other algae	rock
reprod. organs and their seasonal change		*n* : Feb.～Mar. *na* : Dec. Feb.～Mar. *nac* : Dec. Feb.～Mar. *ca* : (Dec.) Feb.～Mar. June, July	*n* : Oct.～Feb. *na* : Oct.～Mar. *nac* : Nov.～Mar. *ca* : Dec.～July	

For the description of *n*, *na*, *nac*, *ca* see Fig. 43 (*P. kuniedai*)

日採）を観察することが出来たが、その材料は松島湾の亜潮帯帯に現われるものとよく区別することが出来ず、精子嚢・嚢果の分裂は筆者の表現によれば夫々 a/4, b/2～4, c/8; a/2, b/1～2, c/2～(4) で、嚢果 a/4 の分裂は稀にしか見られないもの、所々見られるものがあつた。なお長さ 17cm, 幅 5.5cm で楕円形の植物体についての観察結果を **Table 18** に附記した。

上記のように両品種共に嚢果の c の分裂の不十分な点等松島湾の材料によく似ているが、現在の所では筆者にもなお両品種の区別については疑問がもたれる。

次に本植物は殖田, Tanaka が既にのべているように *P. leucosticta* Thuret とよく似ている。Janczewski (1872), Berthold (1881, '82), Rosenvinge (1909), Hamel (1924), Kylin (1944) 等によると *P. leucosticta* は亜形・楕円形乃至長楕円形をなし、雌雄同体で体の上部に縞状の雄斑を示す。精子嚢・嚢果の分裂は夫々 a/4, b/2～4, c/4 ; a/2, b/2, c/2 のようである。しかして殖田, Tanaka は生殖器官の分裂様式が異なる点によつて両者を区別しているが、前述したようにこの分裂様式に可成りの変異があるとすれば、この点だけによる区別にはなお問題が残されているようである。筆者は *P. leucosticta* に普通の有性体の外に中性胞子

成の無性体．精子嚢と中性胞子嚢を有する個体．精子嚢・嚢果及び中性胞子嚢を有する個体が存するという、筆者のスサビノリの観察とよく一致する Berthold, Dangeard (1931) の記載をここに附記しておきたい。Rosenvinge (1909) が *P. leucosticta* の精子嚢斑に嚢果が散在していることがあると述べているのもこれに関係があるように思われる。なお Dangeard (1927) の Pl. XII Fig. 2～8 に示されている *Fucus* 上の *P. leucostita* の 9～10 個細胞で縦の細胞分裂を行つている幼芽は本植物のそれとよく似ている。

殖田 (1932) が Pl. XVI-2 に示しているイワヒゲ上のアサクサノリ及び Tanaka (1952) が Pl. 11-2 に示しているイワヒゲ上のアサクサノリとスサビノリとの関係についてはアサクサノリの項に於いて既に述べた。木下・寺久 (1941, '42) が述べているスサビノリは本種とは異りマルバアサクサノリであることについても既に述べた。須藤 (1950) の "アサクサノリ" の型 2 はその体形、11 月～12 月上旬に 1～数 cm の植物体で中性胞子を出すこと、幼芽が初めて縦の細胞分裂を行うときの細胞数 (n) が 6～10 であること等は本植物のそれとよく似ている。また同学士より標本を見せてもらつた時では筆者には本植物と同じものゝように思われた。なお須藤 (1957) はスサビノリの幼芽は 0.2mm 位から中性胞子を出すとのべている。和田 (1941) は 2・3 の種類をアサクサノリとして取扱つているようであるが、第 2 図に示しているものはスサビノリによく似ている。

最後に本植物はアルバアサクサノリよりは短いが、10 月～7 月とその生育期が非常に長い。これについてそのコンコセリス体の単胞子の放出期は筆者等 (三木・平野, 1956 a) が既に述べたように 9 月～12 月とアサクサノリの 9 月～11 月初めより長く、また中性胞子の形成期も 10 月～3 月と他のアマノリに比べて非常に長期に亘つている。これらのコンコセリス体の単胞子の放出期及び中性胞子の放出期が長期に亘つていることが、その生育期を長くしているものと考えられる。

コスヂノリ

Porphyra angusta Ckam. et Ueda
(Plate XXXV-XXXIX)

Ueda, 1932, p. 28, Pl. I, 4, 10, Pl. VI, 8～16, Pl. VIII, 2, 3; Tanaka, 1952, p. 47, Pl. 12, 2.
Porphyra sp. Okam, 1916, p. 7

性質

体は線状・長楕円形或は楕円形をなす．一般に体の下部に或はと・下部共に細く、楔形乃至円形の着部を有す，縁辺波皺す．(4)～7～25～(45) cm 長く、(0.5)～1～5～(8) cm 広し、長さは幅の (2)～3～30～(60) 倍あり；体は中・下部にては青緑色を呈し、上部は雄体に於いては赤褐色を、雌体に於いては黄褐色乃至橙黄色を呈す．体は一層の細胞よりなり、体の中央部にて 28～38μ 厚し．縁辺に顕微鏡的鋸歯なし：細胞は不規則な四角乃至多角形をなし、不規則に配列す，体の中央部にて長径 (9)～14～25～(30)μ，短径 (8)～12～18～(24)μ あり，断面にて四角形をなし、その高さは幅より大きいか略々等しい，中央に 1 個の星状の色素体を有す．仮根を出す着部細胞は円形乃至楕円形をなす；体は雌雄異体なり、共に体の上縁辺部より雌・雄の生殖器官を形成す：嚢果は a/2, b/1～2, c/2 の分裂をなし、最高 8 の果胞子を形成す．長径 12～25μ，短径 12～20μ，この部分の厚さは 28～44μ あり．果胞子は微顆粒状物質を満し、中央に球状・星状の色素体を 1 個有す，直径 (9)～10.5～12.5～(15)μ あり，精子嚢は a/4, b/2～4, c/8 の分裂をなし、最高 128 の精子を形成す．長径 16～25μ，短径 12～20μ，この部分の厚さは 28～53μ あり、精子は淡緑色の板状の色素体を有し直径 3～5μ あり；幼芽の時代に無性生殖を行い中性胞子を形成す。

観察材料と方法

本植物の形態・生態の観察は 1953 年から '56 年にかけて、気仙沼湾の天然にまた海苔浜に着生するものに

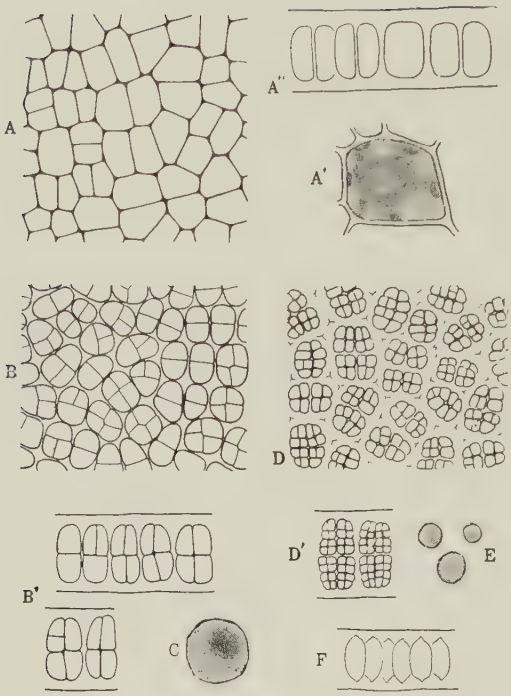


Fig. 62　コスヂノリの栄養細胞と有性生殖器官

P. angusta, vegetative cells and sexual reproductive organs. A, A′, A″ vegetative cells in the middle part of thallus, B, B′ cystocarps, C carpospore, D, D′ antheridia, E spermatia, F female cells, A,A′, B,D surface view, A″, B′, D′, F cross section. A″, C, E ×680, the others ×290.

The materials collected on Feb. 24, 1955 and Jan 13, 1959 at Kesennuma Bay.

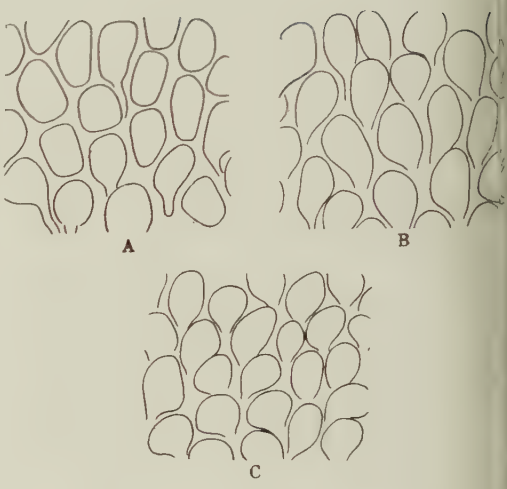


Fig. 63　コスヂノリの基部細胞

P. angusta, basal cells with rihizoids in the upper (A) middle (B) and lower (C) portions. ×290.

よつて行つた。この間 1954～'55 年には 10 月 15 日，11 月 27 日，2 月 24 日，5 月 10 日と定期的な観察を行い、また同湾崎野地先で 9 月 18 日に種付したものを 10 月 20 日に松島湾に移殖し、之を消失した 6 月まで毎月 1 回の観察を行つた。

形態の観察は殆どすべて生の材料によつて行つた。

形態の観察

体形と栄養器官

体は一般に狭長な形を示す。生育初期に一般に細く、次第に幅を増して、生育後期には長楕円形・楕円形を示すものが多く現われる。稀に卵形を示すものも現われ、心臓形の基部を有するものも生ずる。雌体は体の下方に細く、雄体は体の上・下方共に細くなる傾向がある。縁辺の波皺は或は顕著に或は不顕著であるが、生育初期及び外洋に面した所のもので顕著のようである。また体は波浪のある所では屢々深く裂けることがある。

体の厚さ・細胞の大きさ（表面観）は老若によつて異なり、生育初期に小さく、後期に大きい。気仙沼湾崎野地先の材料で見ると、1954 年 11 月 27 日に体の中央部に於ける厚さ・細胞の大きさが夫々約 23μ，9～21×8～14μ あつたものが、'55 年 2 月 24 日には夫々 32～35μ，14～25×9～18μ となつていた。また体の厚さは生育環境によつても異なり、内湾の静かな所のもの或は褪色せるものでは一般に薄い。

体の厚さ・細胞の大きさを体の各部について見ると、辺部で小さく、基部近くで大きい。十分成熟せる体の部の嚢果・精子嚢は中央部の栄養細胞に比べ、その表観の大きさは殆ど変りないが小さいものが少く、之等部分の厚さは中央の栄養体部より大きい。また精子嚢は嚢果部より厚くなる。成熟・分裂の不十分なもの或部分では栄養体部と殆ど変らない。体の各部の栄養細生殖器官の大きさ及び之等の部分の厚さの比較を able 19 に示す。表示せる材料は気仙沼湾岩月で 19 年 1 月 13 日採集せるものである。

Fig. 64 コスヂノリの基部の諸形
P. angusta, shapes of the base×30.

なお断面に於ける栄養細胞の形は生育初期の若いものは高さが幅と略々等しいものが多いが、後期の古いものでは高さが幅より大きいものが多い。仮根をもつた基細胞は上部の栄養細胞より大きく、楕円形乃至卵形をす。個体によつて長いものが多い場合と短いものが多合がある。また仮根をもつた部分について見ると上部で一般に長いものが多い。

生殖器官

本植物には無性生殖器官として中性胞子嚢（単胞子嚢）、有性生殖器官として雌性細胞（造果器）・精子嚢が成され雌性細胞は変成して嚢果となる。

有性生殖器官

体は雌雄異体である。4·5cm 或はそれ以上で、生殖器官が形成される。初め上縁辺部から形成され、次第に縁辺部まで拡がる。雌体では体の上部・縁辺部は赤褐色を呈し、雄体の上部縁辺部は淡黄褐色を呈する。嚢果・精子嚢共に生育初期にはその分裂少く、之等の部分の厚さも薄い。環境悪く褪色した材料でも同様である。前記の気仙沼湾崎野地先の材料で比較して見ると、1954 年 11 月 27 日に嚢果の分裂 a/1～2, b/1～2), c/2, 厚さが 28～35μ あり、精子嚢が a/4, b/2～4, c/4～ 稀に 8, 厚さ 28～35μ あつたものが (**Fig.**

Table 19. コスヂノリの体の各部に於ける細胞の大きさ，精子嚢・嚢果の大きさと体の厚さ
P. angusta, dimension of vegetative cells and reproductive organs and thickness of thallus in the different parts.

		vegetative cells (μ)			cystocarps (μ)	antheridia (μ)
		middle part	marginal part	basal part (with rhizoid)		
female	dim. of surf. view	15～30×13～18	12～18×7～12	25～50×20～35	16～24×14～20 (div. a/2, b/1～2, c/2～r. 4)	
	thickness of thallus	38	26	50～180	44	
male	dim. of surf. view	20～30×12～20	10～18×7～12	30～60×20～35		20～25×14～20 (div. a/4, b/2～4, c/8)
	thickness of thallus	38	26	50～100		53

Materials collected on Jan. 13, 1959 at Kesennuma.

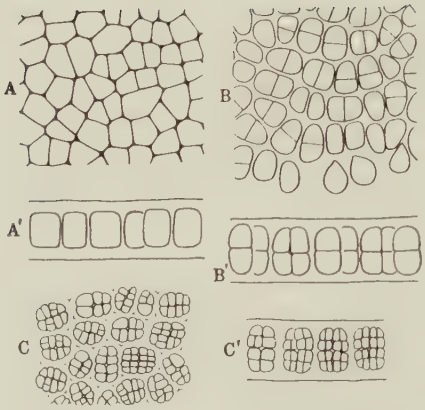


Fig. 65　コスヂノリの生育初期に於ける栄養細胞と有性生殖器官

P. angusta, vegetative cells and seuxal reproductive organs in the early season of growth, A, A′ vegetative cells in the middle part of thallus, B, B′ cystocarps, C,C′ antheridia, A-C surface view, A′-C′ cross section. ×290.

The material collected on Nov. 27. 1954 at Sakino in Kesennuma Bay.

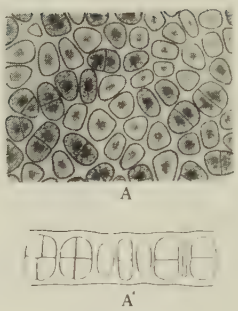


Fig. 66　コスヂノリの嚢果部に於ける退化細胞

P. angusta, abortive cells in cystocarpic part. A surface view, A′ cross section. ×290.

The material collected on Feb. 7, 1955 at Matsushima Bay.

65), '55 年 2 月 24 日には嚢果が a/2, b/1～2, c/2～稀に 4, 厚さ35～42μ, 精子嚢が a/4, b/2～4, c/8, 厚さ42～45μ と嚢果・精子嚢共に分裂が多くなり且つ厚もさ厚くなつていた。

雌性細胞は嚢果形成部の内方に存し、表面観で栄養細胞との区別は困難であるが、断面に於いてその内容は両端に僅か突出して紡錘形をなす。

生育後期になると雌体の嚢果部に表面観にても断面にても分裂していない細胞が混在しているのが見られる。この細胞は比較的内容に富み、断面にて雌性細胞のような内容の突出部を有しない。一種の退化細胞と思われる。この部分をとつて胞子を放出させて見ると、嚢果からと共にこの退化細胞からも胞子が放出されるのが見られる。しかしてかゝる部分から放出された胞子には未発芽のものが多く、アサクサノリのように直接発芽するものの混在は今までの所見ていない。

なお本植物には稀に雌雄同体のものが見られる。この雌雄同体のものに体の上部が雌部、下部が雄部であるものと逆に上部が雄部、下部が雌部であるものとがある (**Pl. XXXVII, A**)。

無性生殖器官

中性胞子嚢は初秋、幼芽の先端部の細胞がそのまゝ内容を充実して形成され、中に 1 個の中性胞子（単胞子）を形成する。中性胞子形成の幼芽の大きさは高さ 0.1～1mm, 細胞が横に 2 列～16 列位の顕微鏡的或は肉眼でやつと見える位のものである。稀に高さ 1.260μ, 細胞が 32 列のもので形成されているものもあつたが、それ以上のものでは中性胞子の形成はとまる。かゝる幼芽は截形の先端部を有する。

このような幼芽の細胞は略々四角形をなし、その径は 9～18μ ある。中性胞子嚢も之と同じ大きさを有する。中性胞子嚢形成部の厚さは薄く約 16μ あり、一層である。胞子嚢は内容に満ち中央に 1 個の塊状或は板状の色素体を有する。

幼芽

幼芽は初め 1 列の細胞からなる。この細胞数が 10～20 個位になると初めて縦の細胞分裂が行われる。引続

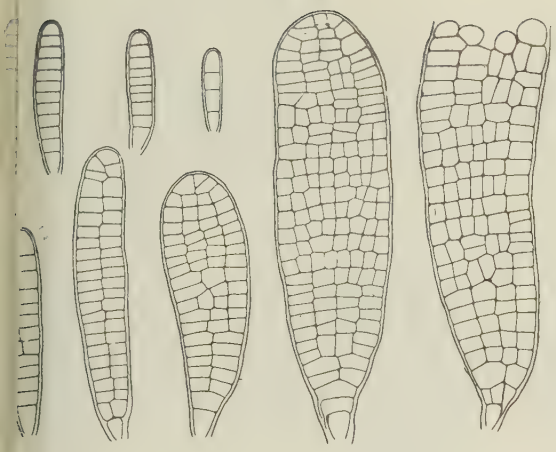


Fig. 67 コスヂノリの幼芽とその中性胞子形成

P. angusta, buds and the formation of neutral spores (the right). ×290.
The material collected on Oct. 22, 1955 from "hibi' spread on Sept. 20 at Sakino, Kesennuma Bay.

Fig. 68 コスヂノリの肉眼的幼芽

P. angusta, macroscopic sterile buds with truncate apex. ×30.

と・横の細胞分裂が行われ、長楕円形の幼芽となる。縦の細胞分裂が初めて行われる時の幼芽の細胞数は環によつて差があるように思われる。中性胞子、糸状体の単胞子の培養に於いては之が 6～13 となり、また高の筵では低張りのものよりも少ないように思われた。

このようにして生長した幼芽は前記したようにその先端部に中性胞子を形成するが、中性胞子形成中のもののために先端截形をなす。この先端の形は胞子形成を止めた後も可成り後まで維持される。

子の培養

中性胞子の培養

幼芽から放出された中性胞子は初めアメーバ運動をな後に円くなる。直径 11～16μ あり、中央に 1 個泡状乃至星状の色素体を有する。基質に附着すると先伸長して楕円形となり、次いで水平な細胞分裂を行所謂アマノリの幼芽となる。

955 年 10 月 22 日気仙沼湾崎野地先の幼芽を用い中性胞子を培養した結果を **Fig. 69** に示した。初め 4～5 日位は 1 日に 1 細胞位の増加をなして生長しが、その後の生長はあまり順調でなく、8 日後に 5～過細胞、11 日後に 7～8 個細胞となり、6～8 個細で縦の細胞分裂を行うものが現われた。

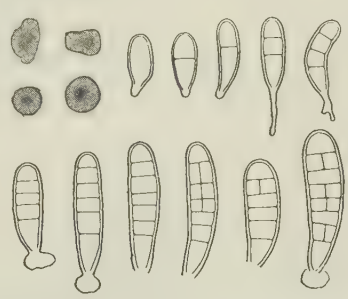


Fig. 69 コスヂノリの中性胞子とその発芽体

P. angusta, neutral spores and their germlings in the culture of Oct. 23-Nov. 5, 1955. ×290.

果胞子の培養とコンコセリス体

果胞子は発芽管を出して発芽し、糸状体となる。貝殻

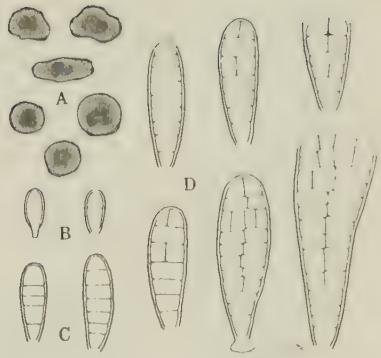


Fig. 70　コスヂノリのコンコセリス体の単胞子とその発芽体

P. angusta, monospores of *Conchocelis*-thallus and their germlings in the culture of Sept. 9-29, 1955. A monospores, B two days old, C six days old, D ten days old (the right two forming neutral spores). A ×430, B-D ×290.

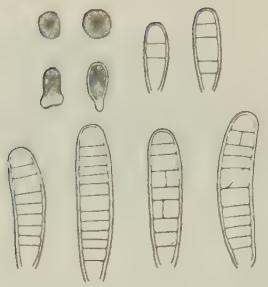


Fig. 71　コスヂノリのコンコセリス体の単胞子の発芽体に形成された中性胞子とその発芽体（第70図の続き）

P. angusta, neutral spores and their germlings, derived from the culture of monospores of *Conchocelis*-thallus (continued from Fig. 70.) ×290.

に着生するとその内層に侵入して、他のアマノリと同様にコンコセリス体となる。

1954年11月27日，'55年2月24日気仙沼湾崎野地先で採集した材料を用い、カキ殻を基質として培養した結果によると、その形態即ち体の色・分枝、枝の太さ及び単胞子嚢枝の形・大きさ等アサクサノリのそれと殆ど区別出来ない。

生長も殆ど同じで、7月上旬から単胞子嚢枝が形成され始め、9月になつて単胞子を放出し始めた。

放出した単胞子はアメーバ状をなし、後円くなる。直径 (9)～10.5～12.5～(14)μ あり、微粒状物質に満たされ、中央に塊状或は星状の色素体を有する。基質に着生すると、中性胞子の場合と同様に発芽して所謂アマノリの幼芽になる。

前記のコンコセリス体を用いて、1955年9月19日、スライドグラス・カキ殻を基質として行つた培養の結果を **Fig. 71** に示す。

初めは1日に1或はそれ以上の細胞の増加が見られ、6日後に6～8個細胞からなる幼芽となつた。8日後には7～9個細胞体で縦の細胞分裂を行い、横に2列、時に4列に並べる発芽体が現われた。しかしこの2～4列細胞体の先端部の細胞がその内容を充実して中性胞子嚢となり、之から中性胞子が放出されてゐるのが認められた。

この放出した中性胞子は 14～16μ の直径を有し、前記の中性胞子及びコンコセリス体の単胞子と同様に発芽してアマノリの幼芽になつた。この幼芽は 9～13 個細胞体で縦の細胞分裂を行い始めた。

生態の観察

生育状態

気仙沼湾は於いては湾口近くの階上地先・大島地先の建込簀に本種がよく着生する。天然に於いては岩及びイガイ上に着生している。他の藻類に着生するものは見当らなかつた。階上地先に於いては9月上旬後半から9月下旬に簀を建込んでいるが、崎野地先で種付したものの調査によると、着生したアマノリは殆どすべて本種で稀にスサビノリ，ウップルイノリが混生するだけであつた。

本種の生長経過は簀の建込日・管理等によつて異なるが、気仙沼湾崎野地先で9月20日前後に種付したものを同地に於いて、また松島湾に移殖したものについて見ると、1ケ月後に長さ 0.1～1cm，幅 0.5～1.5mm、2ケ月後に夫々 10～20cm (稀に 25～30cm)，1～3cm. 3ケ月後に 20～30cm，2～4cm となり、12～2

かけて最も良く繁茂する。3 月末になると次第に衰微して、4 月末には大きいものはなくなり長さ 5～10 m となる。5 月末には殆ど流失するが、6 月中旬まで稀にすつかり形のこわれたものを探し出すことが出来る。

生殖器官の季節的変化

本種に於いて無性生殖と有性生殖が行われていることは前述した通りである。無性生殖は 9 月～10 月下旬至 11 月上旬にかけて 0.1～1mm 位の幼芽の時代に行われるようである。より大きくなるとこの期間に於いても無性生殖を中止する。また時期が早い程この生殖は盛んなようである。

気仙沼湾崎野地先の 1954 年 10 月 15 日の材料によると、高さ 100～900μ 位で細胞が横に 4～16 列位のもので中性胞子形成の幼芽が多数存したが、'55 年 10 月 22 日の材料では中性胞子形成の幼芽は少く、また高さ 300μ（細胞横に 10 列位）以下の幼芽で形成・放出中のものは極めて少く、300～900μ 位の大きさのもの於いて認められた。共に 1 mm 位から以上のものでは先端截形となり中性胞子形成の跡を示していたが、形成は既に止つていた。

中性胞子形成を止めると、10 月下旬頃から 4·5cm 以上のもので今度は有性生殖器官を形成し始め、果胞子が形成されるようになる。以後消失するまで有性生殖器官の形成が続き、再び無性生殖を行うことはない。

生活史

以上の観察・実験から本植物は次のような生活史を有することが分る（**Fig. 72, 73**）。

コスヂノリは 10 月上旬頃から肉眼的大きさとして出現し、12 月～2 月に最も良く繁茂する。3 月末から次第に衰微して 5 月末には殆どなくなる。この間 9 月～10 月乃至 11 月には顕微鏡的或はやつと肉眼で見える位の幼芽に中性胞子が形成される。中性胞子は発芽してアマノリの幼芽となり、こゝに盛んな二次的繁殖が行われる。10 月下旬頃から 4·5cm 位の大きさになると今度は有性生殖器官が形成され、果胞子が形成さ

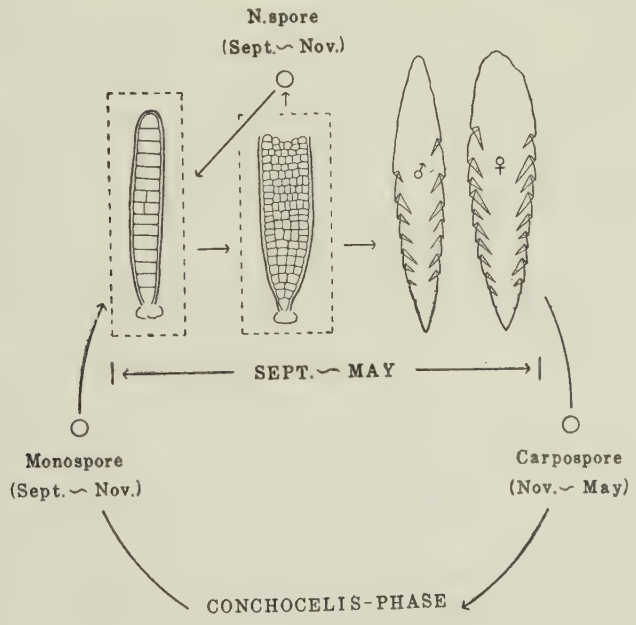


Fig. 72 コスヂノリの生活環
P. angusta, life-cycle.

れる。この単胞子は消失するまで1個を形成される。放出した果胞子は基質に附着して糸状発芽をなすが、その先端に着生するとコンコセリス体となる。この姿で消失期の夏期を過す。コンコセリス体は7月上旬頃から単胞子嚢を形成し始め、9月になると胞子を放出するようになる。この単胞子は発芽して再びアマノリの幼芽となり、次期繁茂のアマノリの本となる。

考察

本植物は体が一般に微小なること、雌雄異体であること、精子嚢・嚢果の分裂様式等に特徴を有する。栄養器官、幼芽の形また無性生殖の状態等はアサクサノリのそれによく似ている。また本植物の雄体とアサクサノリの雄体とを並べて比較した場合、その外形・単胞体の各部構造また精子嚢の分裂等酷似して、両者を区別するのは困難である。

本植物は上記の如き特徴によって殖田、Tanakaの記載せるコスヂノリに同定することが出来るが、体の形、大きさ・厚さ或は基部細胞の形等はより大きい変異を示すようである。

幼芽の最初に1列細胞の幼芽が縦の細胞分裂を行い始める時の細胞数は、その生育条件によって差異が見られるようであるが、なお詳細な観察が必要であろう。須藤 (1950) は"アサクサノリ"の型7（コスヂノリ）で28～30個細胞で縦の細胞分裂が行われるとし、1957年には6～40個細胞としている。

無性生殖の行われる時期・幼芽の大きさについてもなお多くの観察を必要とするようである。この無性生殖について須藤 (1950) は行われないとしたが、1957年には筆者 (1957) と同様にこれの存することを述べた。

コンコセリス体の単胞子の放出期は詳しく調べていないが、筆者等（黒木・秋山，未発表）の実験によると胞子嚢はアサクサノリよりやゝ低温で多く形成されるようであるので、その生育環境は異なるが，アサクサノリと略々同じく9月から11月上旬或はこれよりやゝ晩くまで単胞子を放出するものと想像される。

総　　括

東北沿岸に於いて、養殖されているアマノリの種類を調査し、アサクサノリ，マルバアサクサノリ，スサビノリ，コスヂノリ及びウップルイノリが養殖の対象になつていることを認めた。何れも混生するだけでなく夫々独立して養殖の対象種になつている。マルバアサクサノリは従来アサクサノリの中に含めて取扱われていたが、これを別種として区別したものである。

本報告に於いては、これらの中、アサクサノリ，マルバアサクサノリ，スサビノリ，コスヂノリの形態・生態の観察，胞子の培養実験を行つた結果を述べ、分類学的考察を行いまた生活史について論じた。前3種は松島湾に生育するものを観察・実験の材料とし、コスヂノリは気仙沼湾に生育するものを材料とした。なお本研究の第1報 (1953) に於いて述べなかつた養殖アマノリの分類学的研究の歴史，アマノリ属の無性生殖研究の歴史，及び松島湾に於けるアマノリの生育環境を緒論に於いて述べた。

上記4種の形態・生態的特徴を要約して図表に示すと **Table 20, Fig. 73** の通りである。コンコセリス体の形態・生態的特徴についても附記した。

コスヂノリに於いては他の3種に比べて、外形の変異等なお多くの観察を必要とするが、上記4種の成体の外形は夫々変異があつて、はつきりした境界を引くことは必ずしも出来ない。しかしてコスヂノリ，アサクサノリで細長く、スサビノリで幅の広いものが多く見られる。コスヂノリで細いものが最も多いようである。マルバアサクサノリは卵形・円形或は漏斗状で形の上からは最も区別し易い。体の色はマルバアサクサノリに於いて一般に青緑色弱く赤褐色が強い。雌雄性についてはコスヂノリは雌雄異体、アサクサノリは androdiecious で雌雄同体のものの外に雄体が存する。雌雄同体のものは両縁辺に細長い雄斑を形成する。アサクサノリとコスヂノリの雄体は外形的にも内部構造的にも区別が難しい。マルバアサクサノリとスサビノリは雌雄同体で体の下縁辺に輪廓のぼやけた雄斑と体の上部に縞状に介入する雄斑を示す。縞状の雄斑はスサビノリに於いてより顕著に現われる。

内部構造的には細胞の形・大きさ等4種殆ど区別し難い。たゞスサビノリで他の3種より体が厚くなり、横断面で細胞の高さが幅より大きいものが多く現われる。仮根をもつた基部細胞の形の区別も難しい。

Table 20 養殖アマノリ各種の性質の比較
Characters of cultivated *Porphyras*

	P. tenera	*P. kuniedai*	*P. yezoensis*	*P. angusta*
shape	elongated ellipical or elliptical	oval, round or	elongated elliptical, elliptical or oval	linear, elongated ellipical or elliptical
shape of the base	cuneate or round	cordate or umbilicate	round or cordate	cuneate or round
dimension of thallus (cm) (height × breadth)	7～25×2～5	5～10×4～15	5～20×2～8	7～25×1～5
length/breadth	2～6	0.5～1.5	1～5	3～30
thickness of thallus (μ)	27.5～35	28～35	35～50	28～38
dimension of veget. cell (μ) (long diam. × short diam.)	15～25×11～18	11.5～23×8～16	15～25×11.5～16	14～25×12～18
sexuality	androdioecious	monoecious	monoecious	dioecious
shape of male part	marginal stripe	interealary stripe	intercalary stripe	
division of antheridium (a, b, c)	4, 2～4, 4～(8)	4, 2～(4), 4	4, 2～4, (4)～8	4, 2～4, 8
division of cystocarp (a, b, c)	2, 1～2, 2	1～2, 1～(2), 2	2, 1～2, 2～(4)	2, 1～2, 2
mixture of asexual reprod. org. with sexual reprod. org.	not	be found	be found (conspicuous)	not
diam. of carpospore (μ)	11～14	14～16	11～16	10.5～12.5
shape of young sterile plant	linear, elongated elliptical or elliptical with truncate apex	oval or round (concave)	elliptical or elongated elliptical	linear, elongate elliptical or elliptical with truncate apex
"n" of bud*	15～30	4～6	6～8	10～20
dimension of asexual plant with n. sporangia	0,15～1mm	0.1～5·6cm or more	1～7cm or more	0.1～1mm
diam. of neutral spore (μ)	12.5～15	11.5～15	12～16	11～16
season of growth	Oct.～May	Oct.～Aug.	Oct.～July	Oct.～May
season of asexual reprod.	late Sept.～early Nov.	Oct.～early Nov. and Apr.～Aug.	Oct.～Mar.	late Sept.～Nov.
season of sexual reprod.	Nov.～May	Nov.～Mar.	Nov.～July	Nov.～May
summer phase	*Conchocelis*	*Conchocelis* (occ. leafy thallus)	*Conchocelis*	*Conchocelis*
diameter of patch (cm)	1	0.5	1	1
diameter of monospore (μ)	10～13	9～11.5	10.5～12.5	10.5～12.5
liberation season of monospore	Sept.～early Nov.	(June) Sept.～early Nov.?	Sept.～Dec.	Sept.～Nov.

* "n" : cell number of uniseriate bud when the first longitudinal cell divisiou takes place.

精子嚢・嚢果の分裂は、表面観に於いては両者共に アサクサノリ、スサビノリ及びコスヂノリの間では差な く、マルバアサクサノリでは一般に分裂が少い。断面に於いては精子嚢の分裂はスサビノリ，コスヂノリで多く、嚢果の分裂はスサビノリで多い。この生殖器官の分裂様式或は分裂数は、各種の項で述べたように、夫々変異があり、この 4 種を区別する主な特徴とすることは困難な場合が多い。

中性胞子嚢と精子嚢・嚢果の混在はマルバアサクサノリとスサビノリに於いてのみ観察される。マルバアサクサノリのこれらの混在するもので体の内方に縞状に雄斑を示すものは殆どなく、スサビノリではその混在の程度によって濃淡がありまた余り大きくないが、スサビノリ特有な縞状の雄斑を示す。この無性生殖器官と有性生殖器官の混在はアサクサノリ，マルバアサクサノリ，スサビノリ 3 種間の区別の手助の一つになる。

なお第 1 報で述べた殖田 (1937)、木下・藤谷 (1941, '42) 等の果胞子は発芽して直接アマノリの幼芽に

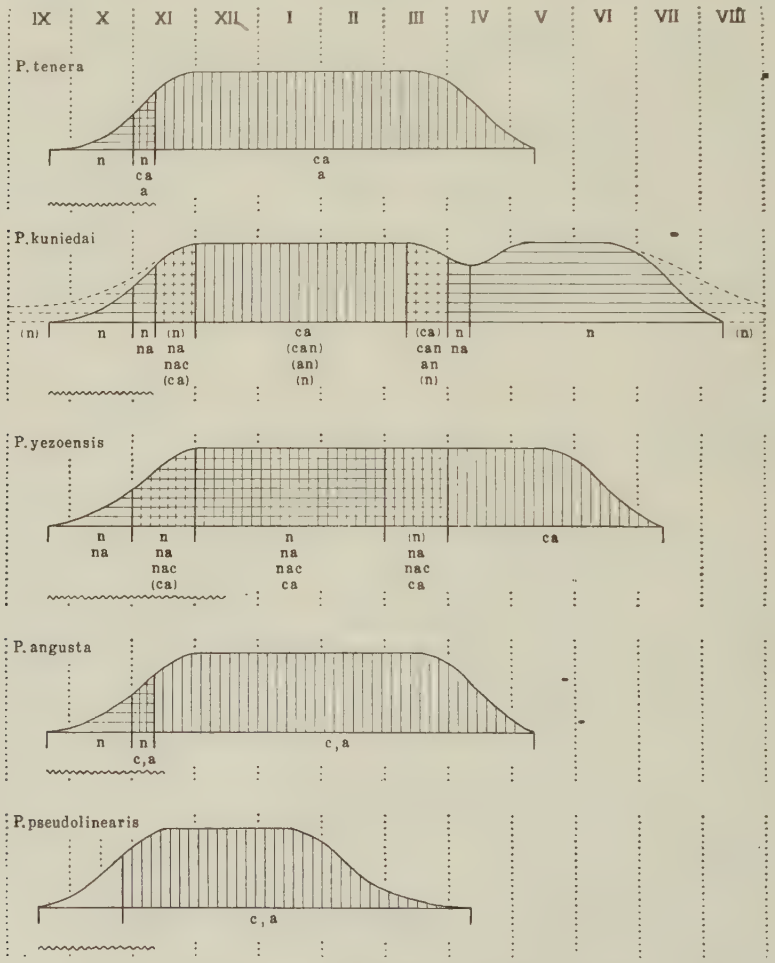


Fig. 73 養殖アマノリ各種の生育期と生殖器官の季節的変化

Periods of the cultivated *Prophyras* and seasonal changes of the reproductive organs.

n: asexual plant with neutral sporangia only. *na* (=*an*): plant with neutral sporangia and antheridia. *nac* (=*can*): plant with neutral sporangia, antheridia and cystocarps. *ca*: sexual plant with antheridia and cystocaprs. *a*: male plant. *c*: female plant.

~~~ indicating the period of monospore liberation of *Conchocelis*-thallus.
~~~

るという考はこのような中性胞子と果胞子の混在せる葉体による実験結果によるものが多いと想像される。

肉眼的大きさになつた幼芽はアサクサノリ，コスヂノリは一般に細長い形を示し、先端は截形となつている。両種の区別は難しい。スサビノリは楕円形乃至長楕円形をなす。マルバアサクサノリは卵形乃至円形をなし、体が凹んでいる。成体の形と共に特徴的である。1～10mm 位の大きさで中性胞子を出すものは扇状・腎臓形或は漏斗状をなすものもある。なおスサビノリで 3mm 位の大きさから中性胞子を盛に出すときはマルバアサクサノリのそれに似る。

1 列細胞からなる幼芽が初めて縦の細胞分裂を行うときの細胞数 (n) は生育環境によつて可成りの変化があるようであるが、マルバアサクサノリで最も少く、スサビノリはこれよりやゝ多くなり、アサクサノリ，コスヂノリで最も多い。

無性生殖は 4 種共に行つているが、中性胞子を形成する無性体の大きさは、アサクサノリ，コスヂノリで最も小さく、顕微鏡的或はやつと肉眼で認められる位の大きさである。マルバアサクサノリでは 0.1cm の小さいものから数 cm 或はそれ以上である。スサビノリでは 1cm 位より以上の大きさを有する。各種共に中性胞子を形成し始める大きさは時期によつて異なる。

果胞子と中性胞子の大きさの 4 種間に於ける差は殆どない。果胞子は嚢果の分裂の程度による個体間の差異の方が大きい。マルバアサクサノリで他より小さいものが少いのはその分裂が少いことに関係しているようである。中性胞子は果胞子より一般に大きい。

次に生態的特徴を見ると、肉眼的大きさとして出現してから消失するまでの生育期は、アサクサノリとコスヂノリで短く、次いでスサビノリとなりマルバアサクサノリで最も長い。この間無性生殖はアサクサノリ，コスヂノリでは出現初期に於いてのみ見られ、スサビノリは 10 月～3 月と長期に亘つている。マルバアサクサノリは生育初期と後期に見られ、その中間に有性生殖が行われる。この無性生殖の行われる期間の長短及びその時期が生育期の長短と密接な関係をもつている。

コンコセリス体の形成する斑は、同一条件下に於いては、アサクサノリ，スサビノリ，コスヂノリは略々同じく直径 1cm 位の大きさになり、一般に暗紫色を呈する。マルバアサクサノリではこれより小さく、また葉状体に於けると同様に赤味を帯びた色を呈する。内部形態的特徴は 4 種とも区別が難しい。単胞子の大きさも同様である。なお単胞子は果胞子・中性胞子より一般に小さい。

葉状体の出現或は生育期と関係のあるコンコセリス体の単胞子の放出期はアサクサノリが 9 月～11 月上旬であるのに対し、スサビノリが 9 月～12 月と長期に亘つている。マルバアサクサノリの秋期の放出はアサクサノリと略々同じように思われるが、なお検討の余地が残されている。コスヂノリは他の 3 種と生育地を異にし厳密な比較は出来ないが、気仙沼湾に於いては 9 月～11 月中・下旬と想像される。

外部形態によつて以上 4 種の区別をすると次のようになる。

I 体は雌雄同体である。縞状の雄斑を形成する。

1) 体は円い。……マルバアサクサノリ

2) 体は長楕円形～卵形をなす。……スサビノリ

II 体は雌雄同体のものと雄体がある。長楕円形乃至楕円形をなし、両縁に細長い雄斑を形成する。……アサクサノリ

III 体は雌雄異体である。線状・長楕円形或は楕円形をなす。……コスヂノリ

これに体の色・厚さ，生殖器官の分裂様式，中性胞子嚢の混在，幼芽の形等の形態的特徴及び生育期，有性生殖・無性生殖の状態等の生態的特徴が上記 4 種の区別の参考になる。

更に生活史の上からこの 4 種を区別すると次のようになる。

I コンコセリス体によつてのみ越夏する。

1) 無性生殖による二次的繁殖が行われる。

a)　無性生殖は秋期に顕微鏡的大きさの幼芽に於いて行われる。…アサクサノリ
　　コスヂノリ
b)　無性生殖は秋～冬期に若い葉体に於いて行われる。……スサビノリ
2)　無性生殖が行われない。……（ウップルイノリ）[6]
II　コンコセリス体によつて越夏すると共に葉状体によつて越夏することもある。無性生殖は秋、春～夏期に行われる。……マルバアサクサノリ

Table 21.　名種アマノリの摘採期
Picking season of cultivated *Porphyras*

species	picking season
P. tenera	late Nov.～Mar.
P. kuniedai	early Dec.～Apr. or May
P. yezoensis	late Nov. or early Dec.～May
P. angusta	late Nov.～Mar.
P. pseudolinearis	early Nov.～Dec.

Table 22.　ノリ簀建込時期と着生アマノリの種類
Change of cultivated species of *Porphyra* according to the season of spreading of "hibi".

season of the spreading of "hibi"	dominant species	mixed species
early to middle Sept.	*P. pseudolinearis* or (*P. kuniedai*)	*P. tenera*, *P. yezoensis*
late Sept. to early Oct.	*P. tenera*, *P. angusta* or (*P. kuniedai*)	*P. pseudolinearis*, *P. yezoensis*
middle Oct. to early Nov.	*P. kuniedai* or *P. yezoensis*	*P. tenera*
middle to late Nov.	*P. yezoensis*	*P. kuniedai*
Dec. to Mar.	*P. yezoensis*	(*P. kuniedai*)
Apr. to July (Aug.)	*P. kuniedai*	

最後に養殖上の立場から各種の性質を見ると、何れも一層の細胞からなる Euporphyra に属し、体は大きく、また中性胞子による盛な二次的増殖を行う等養殖上有利な共通の性質をもつている。しかし各種の生態的差異は夫々の摘採期或はノリ簀建込期を異にさせている。

各種の摘採期は **Table 21** のように、摘採の始まるのはマルバアサクサノリでやゝ遅く、他は殆ど変りないが、アサクサノリ，コスヂノリで短く、マルバアサクサノリ，スサビノリで長い。マルバアサクサノリの摘採のやゝおくれるのはその生長が体長・体幅共に平行して行われ、また 10 月下旬の盛な中性胞子の放出による伸長の停滞のためと思われる。マルバアサクサノリが所謂夏ノリとして越夏し、種付が早く行われる時には摘採もより早く行われ得る。**Table 21** には次報で述べる予定のウップルイノリについても附記しておいた。

アサクサノリ，マルバアサクサノリは湾内・湾口に、スサビノリ，ウップルイノリは湾口・湾外に着生するが、これらの種類が同一場所に 2 以上発生する時は、谷地浜・畳石浦で見られた様にノリ簀の建込時期によつてその着生種が変化する。その変化を **Table 22** に示した。これは何れの種も着生する基質は別に初から存し発生し得るものとした場合である。即ち、生長を考慮した建込の適期は別にして、9 月上・中旬建込のものはウップルイノリが、9 月下旬～10 月上旬のものはアサクサノリが、10 月中旬～11 月上旬のものではマルバアサクサノリ或はスサビノリが優占種として最も多く着生し、以後 2 月乃至 3 月頃まではスサビノリだけが着

6)　黒木 (1959 a) 参照。詳細は次報に於いて述べる予定である。

生する。3 月・4 月になるとこんどはマルバアサクサノリだけになる。マルバアサクサノリは所謂夏ノリとして越夏する場合には 9 月上旬～10 月上旬の建込でもこれが優占種となり得る。また冬期 (12 月～2 月) でも中性胞子を形成する環境下に於いては同様に優占種となり得る。

ウップルイノリとアサクサノリ，マルバアサクサノリ或はスサビノリとが混在している時、また アサクサノリとマルバアサクサノリ或はスサビノリとが混生している時には、 摘採その他のためにウップルイノリが少く (またはなく) なつてアサクサノリ，マルバアサクサノリ或はスサビノリが優占種として繁茂し、またアサクサノリが少くなつてマルバアサクサノリ或は スサビノリが繁茂するという“芽変り”現象が摘採後期に見られる。

コスヂノリは気仙沼湾に於ける観察であるが、その着生状況は上記のアサクサノリに似ている。

以上のような摘採期の差或は建込時期による着生種の変化は各種のコンコセリス体の単胞子の放出期 或は無性生殖の時期と密接な関係をもつている。単胞子の放出期については なお研究の不十分なものがあるが、これらについては既に述べた。 また無性生殖を行う体の大きさ或は胞子着生後無性生殖を行うに至るまでの所要日数も密接な関係をもつているようである。即ちアサクサノリ、 コスヂノリではノリ網建込後 (胞子着生後) 7～10 日で中性胞子を出すようになり、マルバアサクサノリでは 20～30 日以上、スサビノリでは 30～40 日以上たつて中性胞子を出すようになる。 従つてアサクサノリとマルバアサクサノリ或はスサビノリの胞子とが初めに同数着生したとすれば、アサクサノリの方が早く中性胞子による二次的増殖を行い、 これが優占種となる。これと関連してスサビノリだけしか着生しなかつた場所にアサクサノリが移殖・養殖されて、 そこにアサクサノリの“種”が移されると、1-2 年すると早期の建込ではアサクサノリが優占種として着生するようになる。この例は宮戸島の鮫浦 (1954～'56 年) で見られた。畳石浦・谷地浜の例もそれに近いものである。

文　　献

新崎盛敏他，1952. アサクサノリの育種技術 (プリント).

新崎盛敏，1957a. アサクサノリの育種学的研究. I 品種の識別法と伊勢三河産のノリ品種. 水産学集成，p. 805

———，1957b. アサクサノリの品種別と育種. 水産増殖，4 巻 4 号，p. 32

Berthold, G., 1881. Zur Kenntnis der Siphoneen und Bangiaceen (Die geschlechtliche Fortpflanzung der Bangiaceen). Mitt. zool. Stat. Neapel, II Band, 1 Heft, p. 78.

———, 1882. Die Bangiaceen des golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres Abschnitte—Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres Asbchnitte, herausgegeben von den zoologischen Station zu Neapel, VIII Monographie, Leipzig.

第二管区海上保安本部，1954. 水路月報，5 巻 2 号.

Dangeard, P., 1927. Recherches sur les *Bangia* et les *Porphyra*. Le Botaniste, Série XVIII, Paris.

———, 1931. Sur le développment des spores chez quelgues *Porphyra*. Travaux cryptogamiques dédiés a Louis Mangin—Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Drew, K.M., 1949. *Conchocelis*-phase in the life-history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz., Nature Vol. 164, No. 4174, p. 748.

———, 1954 a. Life-history of *Porphyra*. Nature, Vol. 173, No. 4417, p. 1243.

———, 1954 b. Studies in the Bangioideae III The life-history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz. var. *laciniata* (Lightf.) J. Ag. A The *Conchocelis*-phase in culture. Ann. Bot. N. S. Vol. XVIII. No. 70, p. 183, Pl. IX-XII.

———, 1951. Rhodophyta in Smith's Manual of Phycology.

Drew, K.M., and Richards, K.S., 1953. Studies in the Bangioideae 2. The *Conchocelis*-phase of *Porphyra* sp. in *Pollicipes cornucopia* Leach et Roscoff. Jour. Linn. Soc. London, Botany, Vol. LV, No. 356, p. 84, Pl. 13.

Fritsch, F.E., 1945. The structure and reproduction of the algae. Vol. II, p. 430–431, Cambridge.

福原英司 (Fukuhara, E.), 1958. スサビノリ *Porphyra yezoensis* Ueda に関する二・三の知見 —Note on *Porphyra yezoensis* Ueda— Bull. Jap. Soc. Phyc., Vol. VI, No. 1, p.8.

Graves, J. M., 1955. Life cycle of *Porphyra capensis* Kütz.. Nature Vol. 175, No. 4452, p. 393.

Hamel, G., 1924. Bangiales in Floridées de France. Rev. Algol. T. 1, n°4, p. 496, Paris.

Hus, H.T.A., 1902. An account of *Porphyra* found on the Pacific Coast of North America. Proc. California Acad. Sci., Ser. 3, Botany, Vol. II, No. 6 (p. 188–189), San Francisco.

Ishikawa, M., 1921. Cytological studies on *Porphyra tenera* Kjellm. I. Bot. Mag. Tokyo, Vol. XXXV, No. 419, p. 206, Pl. IV.

Janczewski, E., 1872, Etudes anatomiques sur les *Porphyra*. Mem. Soc. nat. Sci. nat. Cherbourg, T. XVI.

金子政之助, 1933. 冬芽による海苔養殖方法の研究. 金羅南道水産試験場報告. 第6号, p.1.

———, 1936. 海苔浮簀に関する研究. 第6報. 同上, 第9号.

———, 1938. 海苔の発芽及附着層に関する研究 (第1報). 同上, 第11号, p.1.

川瀬　薫, 1940. 海苔人工附着に就て. 同上, 第13号, p.29.

木下虎一郎・渋谷三五郎 (Kinoshita, T. and Shibuya, S.), 1941. 北海道産アマノリの生活史に関する研究. 第I報 スサビノリ *Porphyra yezoensis* の研究 —Notes on the life-history of *Porphyra* of Hokkaido. Report I Notes on *Porphyra yezoensis* Ueda— Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. IX, No. 6, p. 207.

———・———, 1942. 北海道産アマノリの生活史に関する研究. 第II報 スサビノリ *Porphyra yezoensis* の研究 (其ノ 2). —Notes on the life-history of *Porphyra* of Hokkaido. Report II Notes on *Porphyra yezoensis* Ueda (No. 2) Ibid., Vol. XI. No. 2, p. 47.

Kjellman, F.R., 1897. Japanska Arter Af Slägtet *Porphyra*, Bihang Till K. Svenska Vet. Akad. Handlinger Band 23, Afd. III, No. 4.

Kunieda, H., 1939. On the life-History of *Porphyra tenera* Kjellman. Jaur. Coll. Agric., Tokyo Jmp. Univ., Vol. XIV, No. 5, p. 377, Pl. XXV–XXXIV.

黒木宗尚 (Kurogi, M.), 1953 a. アマノリ類の生活史の研究. 第I報 果胞子の発芽と生長—Study of the life-history of *Porphyra* I The Germination and development of carpospore —Bull. Tokoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 2, p. 67.

———, 1953 b. アサクサノリの糸状体の単胞子の放出について. —On the liberation of monospores from the filamentous thallus (*Conchocelis*-stage) of *Porphyra tenera* Kjellm. —Ibid., No. 2, p. 104.

———, 1956. アマノリ類の生活史特に所謂夏ノリに就いて(マルバ型アサクサノリの生活史)(予報). 藻類, 4巻1号, p.13.

———, 1957. 養殖ノリの種類. 水産増殖, 4巻4号, p.21.

———, 1959 a. ウップルイノリの養殖と浮かし簀. 水産増殖, Vol. 7, No. 1, p. 40.

———, 1959 b. 室蘭産のスサビノリについて—*P. yezoensis* Ueda at Muroran (Notes on *Porphyra* 1)— Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 15, p. 43.

———, 1959 c. アマノリ類の糸状体の生長・成熟と光条件 I 単胞子嚢形成及び単胞子放出と日長作用 (1) —Influences of light on the growth and maturation of *Conchocelis*-thallus of *Porphyra* I Effect of photoperiod on the formation of monosporangia and liberation of monospores (1)— Ibid. No. 15, p. 33.

黒木宗尚・平野和夫 (Kurogi, M. and Hirano, K.), 1955 a. 乾燥・海水塩分・光線がアマノリ類の糸状体 (*Conchocelis* 期) に及ぼす影響 —Influences of desiccation, salinity of the water and illumination on the *Conchocelis* thallus of *Porphyra*— Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 4, p. 262.

———・———, 1955 b. アサクサノリの糸状体の単胞子について (2) 放出の日週期 —On the liberation of monospores from the filamentous thallus (*Conchocelis*-stage) of *Porphyra tenera* Kjellm. (2) The daily periodicity of the liberation—Ibid., No. 4, p. 279.

———・———, 1956 a. アマノリ類の糸状体の単胞子放出について(海での実験) —On the liberation of monospores from *Conchocelis*-phase of *Porphyra* (Experiment in the sea)— Ibid., No. 8, p. 27.

———・———, 1956 b. アサクサノリの糸状体の生長・単胞子嚢形成・単胞子放出と水温との関係 — Influences of water temperature on the growth, formation of monosporangia and monospore-liberation in the *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* Kjellm. Ibid., No. 8, p. 45.

日下部合次郎, 1929. あさくさのり養殖ニ就イテ. 水産講習所研究報告, 第25巻, 第2冊, p. 17.

Kylin, H., 1944. Die Rhodophyceen der schwedischen Westküste. Lunds Universitets Arsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 40. Nr. 2.

Matsudaira, C. and Iwasaki, H., 1953. On environmental characteristics of cultural grounds of a laver, *Porphyra tenera* Kjellman in Matsushima Bay. Tohoku Jour. Agric. Res., Vol. III, No. 2, p. 277.

岡村金太郎, 1900. 海藻学汎論.

————, 1902. 日本藻類名彙.
————, 1916. 日本藻類名彙. 第二版.
奥田泰造・佐藤省吾 (Okuda, T. and Sato, S.), 1955. 松島湾の水産資源に関する基礎研究. 第1報. 松島湾の底質について —Foundamental investigation of the marine resources of Matsushima Bay I. On the bottom materials of Matsushima Bay— Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. No. 4, p. 187.
Oltmanns F. R., 1922, Morphologie und Biologie der Algen II Bd., p. 231.
Rosenvinge L.K., 1909. The marine algae of Denmark, contributions to their natural history, Part 1. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7 Raekke, naturvidensk. og mathem. Abd. VII, 1 (p. 65–66), Kφbenhavn.
佐野 孝 (Sano, T.), 1955. 養殖海苔の色沢変化に関する研究. 第1報 水溶性色素の変化について —Studies on the colour change of cultured lavers I On the change of hydrochrome— Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. No. 4, p. 243.
Schmitz, Fr., 1887. Bangiaceen in A. Engler und K. Plantl, Die naturlichen Pflanzenfamilien, I Teil, Abt. 2, Leipzig (p. 305).
須藤俊造 (Suto, S.). 1950. 東京湾産アサクサノリの種類 (予報) —Distinction among forms of the "Asakusanori" (*Porphyra*) in the Tokyo Bay. A preliminary note. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., Vol. 15, No. 11, p. 649.
————, 1957. 東京湾を中心としたノリの種類. 水産増殖. 4巻, 4号, p. 28,
Takamatsu, M., 1936. The marine algae from Matsushima Bay. Miyagi Prefecture, Northeastern Honshu, Japan. Saito Ho-on Kai Museum, Res. Bull. No. 8, p. 19, Sendai.
Tanaka, T., 1952. The systematic study of the Japanese Protoflorideae. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ., Vol. 2, No. 2.
谷田専治・奥田泰造 (Tanita, S. and Okuda, T.), 1956. 松島湾の水産資源に関する研究. 第4報 水質・底質並に底棲生物の季節遷移 —Foundamental investigation on the marine resources of Matsushima Bay IV Seasonal succession of water properties bottom materials and benthos— Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 6, p. 106.
曾呈奎・張徳瑞 (Tseng, C.K. and Chang, T.J.), 1954. 紫菜的研究 I 甘紫菜的生活史 —Studies on *Porphyra* I Life-history of *Porphyra tenera* Kjellm. Acta Botanica Sinica, Vol. 3, No. 3, p. 289, Pl. I–IV.
————・————, 1955a. 紫菜的研究 II 甘紫菜的糸状体階段及其殻胞子 —Studies on *Porphyra* II, On the *Conchocelis*–phase of *Porphyra tenera* Kjellm. and its conchospores— Ibid., Vol. 4, No. 1, p. 27, Pl. I–IV.
————・————, 1955 b. 紫菜的研究 III 紫菜的有性生殖 —Studies on *Porphyra* III Sexual reproduction of *Porphyra*— Ibid. Vol. IV, No,2, p. 153, Pl. I–III.
————・————, 1955 c. 甘紫菜生活史表解的修訂 —A revision of the life–cycle diagram of *Porphyra tenera* Kjellm.–Ibid., Vol. 4, No. 3, p. 265.
————・————, 1955 d. Studies of the life–history of *Porphyra tenera* Kjellm. Scientia Sinica. Vol. IV, No. 3, p. 375, Pl. I–VII.
————・————, 1956. 菜紫殻胞子的形成和放散条件及放散周期性 —Conditions of *Porphyra* conchospores formation and discharge and the discharge rhythm— Acta Botanica Sinica, Vol. V, No. 1.
殖田三郎 (Ueda, S.), 1929, あさくさのりノ生活史ニツイテ. 水産講習所試験報告. 24巻, 5冊, p. 180.
————, 1932. 日本産あまのり属の分類学的研究. 水産講習所研究報告. 28巻, 1冊, p. 1, Pl. I–XXIV.
————, 1937, アサクサノリの生活史に関する研究 —Studies on the life-history of *Porphyra tenera* Kjellm.— Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 6, No. 2, p. 91.
————, 1952. 海苔養殖読本.
和田英夫 (Wada, H.), 1941. アサクサノリの生活史並に胞子分離細胞の附着の機構及栄養細胞の発芽に就て —Experimental studies on the life-history of *Porphyra tenera* Kjellm.— Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., Vol. 10. No. 1, p. 47.
Yendo, K., 1916. Notes on algae new to Japan III. Bot. Mag. Tokyo. Vol. XXX, No. 350.

(追加)

Segi, T., 1959. On the type specimens of *Porphyra tenera* Kjellman and *Gelidium amansii* Lamourour. Rep. Fac. Fish., Pref. Univ. of Mie., Vol. 3, No. 2, p. 251, Pl. IX, X.

Hollenberg, G. J., 1958, Culture studies of marine algae III *Porphyra perforata*. Amer. Jour. Bot., Vol. 45, No. 9, p. 636.

Species of cultivated *Porphyras* and their life histories

Munenao Kurogi

Preface

The present writer in 1953 reported on the development of the carpospore of *Porphyra*. Afterwards the details of the study of Drew concerning *Conchocelis* of the *Porphyra* were published in 1953 and '54. Tseng and Chang (1954, '55 a.b,c,d. '56) mentioned the life-history of *P. tenera* in China. Graves (1955) described the development of carpospore of *P. capensis*. In Japan a number of reports on *Conchocelis* of *Porphyra* by many investigatros have been published. At present artificial seeding for the cultivation of *Porphyra* with *Conchocelis* has been put into practice. Recently Hollenberg (1958) reported that the branched filamentous growth free living on glass, which was derived from carpospore of *P. perforata*, formed spores which developed into bipolar buds of *Porphyra*.

In the present paper morphological and ecological observations and culture experiments of spores of *Porphyras* cultivated in Japan are described.

Most of the cultivated *Porphyras*, according to Ueda (1932), belong to *P. tenera*. The species was for the first time described by Kjellman (1897) on a sheet of dry manufacture. It has been studied by Okamura (1900, '02, '09, '16), Yendo (1916), Ueda (1932), Kunieda (1932), Suto (1950), Tanaka (1952) and Arasaki (1952, '57). Some authors in Japan have mentioned its very variable shape as Kjellman, and others divided it into a certain number of forms. The species is a confusing and very difficult problem. The description of Kjellman, based upon the sheet of dry manufacture which was made after chopping of a number of plants, seems to have been the cause of confusion.

Asexual reproduction, formation of neutral spore (monospore), which plays an important part in the life history of *Porphyra*, is briefly mentioned here. The asexual reproduction was for the first time described in *P. leucosticta* by Berthold (1881, '82). Berthold mentioned that neutral spores were formed by two or four by the perpendicular division of the mother cells to the surface of thallus and germinated into upright buds (in a bipolar manner) and that the plant with neutral sporangia only was not frequent and most of the plant had neutral sporangia as well as antheridia and cystocarps in the same thallus. Rosenvinge (1909) described the plant of P. *leucosticta* which seemed to form neutral sporangia. Dangeard (1931) also observed *P. leucosticta* provided with neutral sporangia as well as antheridia. He mentioned that one of the plants liberated spores germinating into upright buds or creeping filamentous growths, the other liberated spores developing into upright buds exclusively, and that in the latter plant neutral spores were formed without any division of the mother cells.

In Japan Ueda (1929) and Kusakabe (1929) for the first time reported on the formation of the neutral spore in *P. tenera*. Naito (1931) also mentioned the formation in "Nori" (*Porphyra*). Ueda (1937) gave a full description on the formation of the neutral spore in summer plants and in autumn microscopic buds of *P. tenera*. Kunieda (1939) mentioned the formation of the neutral spore in the "round type" of *P. tenera* in autumn. Suto (1950) and Arasaki (1952, '57) also described the asexual reproduction of *P. tenera*. Kinoshita and Shibuya (1941, '42) observed the formation of neutral spores in *"P. yezoensis"* in summer and autumn. In China, Tseng and Chang (1954, '55a,b) also described the asexual reproduction in the "dwarf type" of *P. tenera*.

Asexual reproduction of *Porphyra* in Europe is recorded only in *P. leucosticta*, while in Japan it is done only in *P. tenera* except in one case (*"P. yezoensis"*) as far as the present writer knows. The nomenclature of *P. tenera* and *"P. yezoensis"* of which the specific concepts are confused, are discussed in the following chapters.

The present writer, in the course of his research on cultivated *Porphyras*, has recognized that there are five species, *P. tenera*, *P. kuniedai*, *P. angusta*, *P. yezoensis* and *P. pseudolinearis* in north eastern Honshu of Japan, which are cultivated not only mixed one with another but exclusively. *P. kuniedai* was formerly treated as a form of *P. tenera* and the present writer (1957) preliminarily separated it from the latter.

P. tenera, *P. kuniedai* and *P. yezoensis* have been studied in Matsushima Bay and *P. angusta* in Kesennuma Bay and additionally in Matsushima Bay. *P. pseudolinearis* will be reported in the next paper.

Matsushima Bay is situated on the coast of north eastern Honshu of Japan at about N. Lat. 38°20′ and E. Long. 141°5′. It is surrounded by several larger Islands and has an area of about 40 square kilometers. It is of shallow muddy water, of which most part is 1–3 m in depth. There *Zostera* grows extensively. The Tona-canal, Teizan-canal and Takagi-river enter there, and Shiogama-harbor lies in the south west.

The nature of the Bay water, temperature, specific gravity (clorinity), pH, soluble oxygen and nutrients, which were studied by Matsudaira and Iwasaki(1953), Sano (1955), Okuda and Sato (1955), Tanita and Okuda (1956) etc., largely varies seasonally and locally.

Water temperature and specific gravity are shown in Fig. 2. The former rises up to about 26°C in ten days average in July to August and falls to about 2°C in January to February. The latter is high in December to February and low in June to August in the rainy season.

pH shows the same seasonal change as specific gravity. It is also high (up to 9 or more) in *Zostera* area in March to June. Oxygen is 30–180 percent in solubility and much in winter and less in summer. Silicate-Si ranges between 100 and 4000 (occasionally 5000) γ/l, and it increases in the rainy season.

Phosphate-P, Ammonia-N and Nitrate-N are shown in Fig. 3. The former two are abundant in August to December and very scanty in January to March. Nitrite-N is mostly less than 10–20 γ/l.

Direction of the tidal current at the rising tide is shown in Fig. 4. Its speed is about 0.5–1.0 knots during both rising and falling tide in the channels of the Bay.

Matsushima has Ayukawa Bay as the standard of the tide. The tide in Matsushima Bay has a time difference of +5m and a ratio of the height × 1.09–1.13 to the standard.

The tide at Ayukawa Bay shows a diurnal inequality in time and height (Fig. 5). The diurnal inequality is conspicuous during the spring tide of both summer and winter and during the neap tide of both spring and autumn. In the summer low tide at spring tide is larger during the daytime than during the night time, while in winter it is larger during the night time. In spring and autumn there is a single day tide at neap tide. Mean water level of year, according to the Tide Table (1953), is $1^m.521$ above datum level of the Ayukawa Station of Tide Obsevation, which is $0^m.884$ above D.L. of the Tide Table in 1953 (Fig. 6). The monthly mean is low in April and high in September (Fig. 7 A). Mean tidal range during the spring tide is $1^m.451$, it is larger in December and May to June.

According to "KISHO-YORAN" (1951–'56), the actual mean water level in the past several years is about 12–13 cm higher than the predicted one in the Tide Table in 1953 and the actual tidal range during the spring tide is between about 1^m30 and 1^m70 (Fig. 7 B).

The standard spreading level of "hibi"* of *Porphyra*-cultivation at Shiogama is the height of the tide corresponding to that of 1^m762 above D.L. of the Ayukawa Station of Tide Observation (It is equivalent to 1^m125 above D.L. of Tide Table in 1953). The level is 24.1 cm above the predicted mean water level of year in the Tide Table and 14.9 cm and 16.8 cm above the monthly level in September and October respectively. Compared with the actual mean water level in 1953 according to "KISHO-YORAN", the spreading level is yearly 12.2 cm above and monthly 7.9 cm and 2.7 cm above in September and October respectively.

The spreading level of "hibi" is not uniform. It usually ranges from the standard level to about 10 cm above in the early season of the cultivation, and then it lowers to about 20 cm below the standard level in the middle to the late season (after December).

The exposure time of the standard spreading level of "hibi" was culculated with the aid of tide graphs in 1953-'54 gauged at Ayukaka Bay. It varies according to season or moon age.

The seasonal change of exposure time per one day during a half lunar month is shown in Fig. 8 and Table 1. The mean exposure time for one day is long in March (February to April), when the water level is lowest. The daytime exposure is long in March to June and less in October to

---

* A substratum of *Porphyra*-cultivation is called "hibi", which is a net made of coir-yarn, palm twine or others, or bamboo blind. It is horizontally spread in the sea in September to October to catch *Porphyra* spore. Formerly wood or bamboo brush "hibi" were set up vertically (Plate I).

December, while the night exposure is long in November to March and less in May to June. The exposure time of daytime and night in September and March is nearly equal.

In late September to early October, which is the spreading season of "hibi", the mean one day exposure time is 10^h17^m, daytime exposure 4^h12^m and night exposure 6^h05^m. Late December to early January is the middle picking season, during which the mean one day exposure is 10^h40^m, daytime expousre 2^h02^m, and night exposure 8^h38^m. In late March to early April, which is the end season of cultivation, the mean one day exposure is 15^h59^m, daytime expousre 8^h24^m and night exposure 7^h35^m.

The daily exposure time of every halves of a lunar month in the representative four seasons is given in Fig. 9. In December the night expousre is always more than daytime exposure which is long during the neap tide. In June, on the contrary, the daytime exposure is always longer than the night one which is long during the neap tide. In September and March the exposure have an intermediate change from June to December and from December to June respectively.

Predicted exposure time at the same level according to the Tide Tables in 1953 and '54 is more than the actual one mentioned above. The exposure time at the level about 15 cm below the standard spreading level is nearly equal to the actual exposure time. This seems to be due to the lower predicted mean water level and neglecting the turbulence of water which has usually a movement of 5–8 cm.

Seasonal variation of the predicted exposure time by the Tide Tables per one day, daytime and night during a half lunar month and their daily change are more characteristic than those by the actual survey shown in Figs. 8 and 9.

P. tenera Kjellman

Diagnosis

Frond lanceolate, elliptical sometimes linear or oval, narrower downwards, both downwards and upwards or sometimes upwards only, obtuse at the apex, cuneate, round or occasionally cordate at the base, undulate at the margin, (5)–7–25–(50) cm in length, (1)–2–5–(10) cm in breath, (1)–2–6–(15) times as long as broad, reddish brown in the upper portion, bluish green in the lower portion, without microscopic spine at the margin, consisting of one layer of cells, 27.5–35μ thick; cells irregularly triangular, square or polygonal in surface view, irregularly arranged, (9)–15–25–(35) μ in long diameter, (8)–11–18–(23) μ in short diameter in the center of thallus, square in cross section, higher than broad or nearly equal, with one stellate chromatophore in the center of each cell; basal cells larger than ordinary cells, oval or elliptical, issuing rhizoids forming a disc holdfast; androdioecious, male area of monoecious plant forming nearly colourless slender (about 1–2 mm or more broad) stripes with clear outline at both side margins as well as frequently small micro- or macroscopic patches scattered among the cystocarpic area, cystocarpic area located in the upper portion, deep coloured; antheridia 15–25 $\mu \times$ 12–18 μ in surface view, divided in the formula of a/4, b/2–4, c/4–(8) and producing 32–64 or occasionally 128 spermatia, antheridial part 27.5–35 μ thick, spermatia 3.5–5 μ in diameter, provided with a plae yellowish green parietal chromatophore; cystocarps 15–25 $\times$ 12–18 μ in surface view, divided in the formula of a/2, b/1–2, c/2–(r.4) and producing 4–8 or rarely more carpospores, cystocarpic part 30–37.5–(40) μ thick, carpospores (10)–11–14–(18) μ in diameter, rich in contents, with a massive or short arm stellate chromatophore in the center. Asexual reproduction by neutral spore takes place in microscopic stage in autumn.

Morphological observation

The present plant varies from linear to oval in shape, being mostly elliptical or elongated. Generally, the plants become broader as they grow older, and also broader in the inner water containing rich nutrients than near the open sea. Plants of early appearance tend to be broader than those of late appearance, additionally many of the former are broader upwards, while many of the latter are broader in the middle part or downwards. The comparison of the shape (length/breadth) among buds and young mature plants of different appearences are shown in Table 2 and Figs. 14, 15. The broader shape of the plants, which early appear and grow in the rich nutrient water, seems to be largely related to the active formation of neutral spores in the microscopic stage. Sterile plants mostly show a truncate to broadly obtuse apex.

Plants are mostly 7–25 cm in length and frequently much undulate near the open sea, but they

often reach a length of one meter or more and are less undulate in the inner calm water.

Plants commonly fade in colour in January to March except in the water near Shiogama-harbour which is rich in nutrients.

The size of the vegetative cells and the thickness of thallus are smaller in the young plant, and they are also smaller at the margin of thallus and larger near the base. (Table 3,4).

Most of the plants are monoecious, but the male plants are not rare. Female plants are not found. Rarely there occur abnormal monoecious plants of which upper (or lower) part has a monoecious feature and lower (or upper) part a male feature (Plate V A,B.)

Sexual reproductive organs begin to occur in the plant more than 3–5 cm in length. In monoecious plants antheridia first appear at the upper margin and then extend to side margin, whereas cystocarps appear there after the antheridia fall off. In full mature plants the brownish cystocarpic area is formed in the upper one third marginal part of the whole length and pale slender antheridial stripes are formed at both middle side margins. There are frequently scattered small microscopic or macroscopic antheridial patches in the cystocarpic area and also the same cystocarpic patches in the antheridial area. Male plants also become mature from the upper margin to the side margin as well as inward.

Female cells (carpogonia) are found in the inner part of the antheridial or cystocarpic areas. They are nearly equal to vegetative cells in their size and inner figure in surface view, but show a spindle shape of the content with a short protuberance at both ends in cross section (Fig. 11 E). The protuberance does not protrude out of the surface of thallus. There is often seen a connection of carpogonium with spermatium by the connecting thread.

The division of cystocarps is less in the early season of growth and also in poor nutrient water. It is not rare that parallel division to the surface only, a/1, b/1, c/2 in the formula, is carried out. In such a state carpospores normally liberate and germinate. Full division of antheridia, a/4, b/4, c/8 in the formula, is frequent in male plants.

Antheridia and cystocarps are of nearly equal size to vegetative cells in the center of thallus, but full divided antheridia and cystocarps are somewhat thicker.

There is often seen a spotted figure in the upper cystocarpic area of the plant in the inner water in the late season of growth. In the spotted part there are undivided abortive cells in surface view and cross section among cystocarps (Fig. 20 A,A'). The cells are comparatively rich in contents. A few of spores liberated from such a part sometimes germinate into an upright bud of leafy thallus (cf. Kurogi, 1953).

In the cystocarpic portion of faded plants there occur a number of poor content undivided vegetative cells. The liberation of spores in such a plant is not active.

Buds of the present plant are easily observed on "hibi" in the early season of cultivation (late September to early November). They are at first uniseriate. The uniseriate buds are 20–250 μ in length and 7.5–20μ in breadth (Table 5). The difference of breadth according to cell number is not remarkable. The longitudinal cell division begins to take place in the (10)–15–30–(37) celled buds which are 100–250 μ long and 14–25 μ broad. Thus the buds become a multiseriate elongated elliptical leafy thallus (Fig. 22, 23). The cell number of the uniseriate bud, in which the first longitudinal cell division occurs, seems to be small in the unfavourable condition of growth.

Asexual reproduction (formation of neutral spore) is carried out in microscopic buds, which are about 150 μ–1 mm in height and usually more than two row celled, in autumn. Neutral spores (monospores) are produced in the upper cells of the buds without division. The liberation of spores makes the apex of buds truncate (Fig. 21).

Culture experiments of spores

Liberated neutral spores are amoeboid and then spherical, being 12.5–15 μ in diameter, rich in contents and provided with a massive or short arm stellate chromatophore. The spores germinate into the same upright buds of *Porphyra* as found in the sea (Fig. 24).

Developments of carpospores and of monospores of *Conchocelis*-thallus were described in the previous paper (1953.) Further development of the monospores is figured in Fig. 25.

Ecological observation

The present plant grows exclusively or intermingled with other species of *Porphyra* on "hibi",

nboo or wood stakes or on rock at high water level. It is not found on other algae.

In the cultivation, "hibi" are spread in the sea in middle or late September to early October. middle to late October there are found small buds with the naked eye, and in middle or late vember they attain full growth and begin to be picked up by fisherman. A few to several times king in the same "hibi" are continued until March. In April "hibi" are put out.

The investigation of growth and reproduction was made in 1951–'52 with bamboo blind bi" spread at different dates during September to May at Shiogama. On the "hibi" spread from ldle September to early November the present plant settled exclusively. On the "hibi" spread er middle November neither the present plant nor other *Porphyra* settled. The numbers of attach- buds on the "hibi" are shown in Table 6 and Fig. 26. The buds are numerous on the "hibi" read before early October but are more abundant on the "hibi" spread a few days after the first l fifth of the lunar month.

Based on the "hibi" spread in middle September to early October, seven to ten days after the reading the buds become diseriate or more and begin to produce neutral spores. Multiplication by e neutral spores is repeated on "hibi" until early November. In this way buds on "bibi" increase 2000–3000 per 10 cm in the length of bamboo (or thread) of "hibi". About three weeks after the reading the buds grow 0.5–1 mm in length, one month after 0.5–1 cm and two months later –20 cm or more. The schema of growth is shown in Fig. 27. Buds settled on the "hibi" spread er middle October are of slower growth. The plants luxuriate until March and begin to decline April. In May they disappear.

Asexual reproduction by neutral spores occurs in the microscopic stage of about 150–1000 μ length in late September to early November. It does not occur in larger buds more than 1 mm length and not after middle November even in the buds of the above mentioned size. The seasonal ange of asexual reproduction is also conjectured from whether the apex of buds is truncate (Table . When the plants reach a length of 3–5 cm or more, they begin to form sexual reproductive organs d produce carpospores. The sexual organs continue to be formed until the plants disappear.

Discussion

The present plant is characterized by its generally long shape, androdioecious character, arginal slender male stripes in monoecious plants, the manner of division of antheridia and stocarps, a/4, b/2–4, c/4–(8) and a/2, b/1–2, c/2–(r.4) respectively, truncate apex of bud and the rst longitudinal cell division in the 15–30 celled stage of uniseriate bud. Asexual reproduction takes lace in microscopic buds in autumn.

Comparing the present plant with the original description of *P. tenera* (Kjellman 1897), *P. nera* is smaller in size (3–5 cm high, 1–3 cm broad and 15–20 μ thick), variable in shape (linear patulate to broad obovate) and dioecious. Okamura (1916), Ueda (1932) and Tanaka (1952) escribed a larger size and a varied shape of the plant. According to Ueda it is (3·4)–15–25–(40·50) m high, (1·2)–7–12–(20) cm broad, 15–30–(35) μ thick and round, ovate or lanceolate in shape. kamura (l.c.), Ueda (l.c.) and Yendo (1916) mentioned that the species is monoecious, on the other and Kunieda (1939) and Tanaka (l.c.) described that it is androdioecious. Among of these authors, endo and Tanaka reported that the original specimen is monoecious.

Ueda (l.c.) described two forms of the species, f. *typica* and f. *kjellmanii* from the difference of he shape of the vegetative cell in cross section. Tanaka (l.c.) mentioned the difficulty of the dis- inction of the two forms.

Kunieda (l.c.) mentioned that *P. tenera* contains a number of species (more than ten), and he ivided it into two types, *long type* and *round type*, from the shape of frond, the shape of ermlings and the method of reporduction. The two types are also described by Tanaka (l.c.). Suto 950) divided "*P. tenera*" in Tokyo Bay into seven forms (1–7) in the nearly same opinion as Kunieda, ne of which (Form 7) is *P. angusta* Okam. et Ueda. Arasaki (1952, '57) divided *P. tenera* in Ise Bay nto five forms (I–V) in the nearly same sense.

The original specimen of *P. tenera*, according to Yendo, Kunieda and Tanaka, is the sheets of ry manufacture made after chopping, accordingly it seems to be impossible that they are large plants. he three plants of Kjellman's Tab. 1 Fig 6 in natural size are about 1–2.4 cm high. Narrow one of ne three plants resembles the present plant, but it is difficult to refer to the identification of the ther two broad ones. There is a question that two or more species may be mixed in the original

specimen. Mixing of two or more species is often seen in the cultivation of *Porphyra*. On the oth hand, there seems to be contained two or more species in *P. tenera* of Ueda (l.c.), Kunieda (l.c. Tanaka (l.c.) and others.

The plants figured by Okamura (1900, Pl. 9), Ueda (1932, Pl. XIV 2, XV 1, XVI 1) and Tanak (1952, Pl. 10–1) well agree with the present plant. But the plants treated by Ueda (l.c., Pl. XIV and Tanaka (l.c., Pl. 10–2, *round type*), the present writer thinks, are another species, *P. kuniedi* mentioned in the next chapter. It is quetionable whether the plants on other algae (*Myellophycus Ishige*) shown by Ueda (l.c., Pl. XVI 2) and Tanaka (l.c., Pl. 11–2,3) agree with the presnt plan The present plant in this district is not be found on other algae, but *P. yezoensis* is usually foun on *Myellophycus* and other algae.

Long type showed by Kunieda (l.c., Pl. XIV 98,99) agrees with the present plant and th *round type* (Pl. XXX 89–91, 93) appears to be identified with *P. kuniedai*. Suto's forms (1–6) see contain the present plant as well as *P. kuniedai* and *P. yezoensis*. Arasaki's forms (I–V) also see to contain the present plant and others.

Summer plantlet of Ueda (1929, '37, Fig. 4) agrees with *P. kuniedai*. Wada's plant figured i 1941, Fig. 2 closely resembles *P. yezoensis*. Dwarf plant of Tseng and chang (1955, Pl. II) also closel resembles *P. kuniedai*.

Thus the nomenclature of *P. tenera* is very complex.* The present writer thinks, it is re asonable to deal with the present plant as *P. tenera* from the following reasons.

1) The present plant seems to be contained in *P. tenera* described by Kjellman (1897) an supplementarily observed by Yendo (1916) and Tanaka (1952).

2) The plant treated as *P. tenera* by the authors in Japan, Okamura (1900, '16), Ueda (1932) Tanaka (1952) and others, agrees with the present plant or contains the present plant.

3) It seems that the plant agreeing with the present one is widely distributed in Japan, esp ecially in the oldtime district and locality of the cultivation, judging from the ancient descriptions an various recent informations.

In the present plant antheridia and cystocarps are sometimes divided more in cross section tha the descriptions of Ueda (1932) and Tanaka (1952). Female cells, according to Ishikawa (1921) Ueda (1932) and Kunieda (1939), protrude out of the surface of thallus at their both ends in cros section and the protuberances are pseudotrichogynes on which spermatia adhere. Such a pro tuberance was not found by the present writer except for the occasional occurrence in the old plant His observation agrees with those of Berthold (1882, in *P. leucosticta*) and Dangeard (1927, in *P umbilicalis*). Buds of the present plant well agree with those figured by Okamura (1900, Pl. 9), Ueda (1937, Fig. 5, 6) and Kunieda (1939, Pl. XXV 1–4, 10–26).

Among the descriptions of asexual reproduction of *P. tenera* by many authors, Ueda (1937) mentioned that neutral spores are liberated from buds 200 μ – 1 mm high in early October to lat November in Tokyo Bay and figured the buds in his Figs. 5–7. The description well agrees with thos of the present plant. Suto (1957) also described the nearly same asexual reporduction. Kunieda (1939) mentioned that there did not occur asexual reproduction in the *long type*. However, his Textfig 1 and Pl. XXV Figs 24, 26 show the buds of *long type* with truncate apex perhaps indicating the formation of neutral spores.

The life cycle of the present plant is summarized as follows (Figs. 28, 73).

The plants appear from middle or late October in the small size just visible to the naked eye They reach a full length in late November to early December and luxuriate until March. They decline in April and disappear in May. In autumn microscopic buds produce neutral spores by which the multiplication is repeated. When the plants grow 3–5 cm or more, sexual reproductive organs are formed and carpospores are produced. The production continues from November to the end of growth. Carpospores develop into *Conchocelis*-thallus which produces monospores developing into *Porphyra* in the next autumn.

Water temperature in the season of appearance of spore developing into *Porphyra*, in middle or late September to early November, is about 25–14°C (Figs. 2, 26). The temperature seems to be closely related to the liberation of monospores of *Conchocelis*-thallus and of neutral spores of buds of

---

* Segi recently (1959) reported his observation of the authentic specimen of *P. tenera*. But the specific validity still remains unexplained, although there are new descriptions.

afy thallus. Concerning the liberation of monospores, Kurogi and Hirano (1956 a, b) mentioned hat the monospores were discharged in late September to early November, when the temperature as 23–14°C. And they made clear that the monosporangia of *Conchocelis*-thallus were formed under 7–15°C and the monospores were discharged below 24°C.

Recently the present writer (1959) reported that the maturation of *Conchoelis*-thallus is closely elated to photoperiod.

P. kuniedai Kurogi

Diagnosis

Frond ovate, round, reniform or occasionally elliptical, with round, cordate or umbilicate ase, hardly undulate, sometimes deeply divided, often lobed and curled at the margin, 5–10 cm high, –15 cm broad, 0.5–1.5–(3) times as high as broad, dull reddish brown in colour, without microscopic pines at the margin, consisting of one layer of cell, 28–35 μ thick in the middle part ; cells irregularly riangular, square or polygonal in surface view, irregularly arranged, 11.5–23 μ in long diameter, 8)–8–16 μ in short diameter in the center of frond, square in cross section, higher than broad or early equal, provided with one stellate chromatophore in the center of each cell, basal cells larger han ordinary cells, ovate or elliptical, issuing a colourless and non septate rhizoid 3–5 μ in diameter; monoecious, antheridial areas nearly colourless, located at both side margins as well as intercalarily mong the upper cystocarpic portion of frond, intercalary male areas forming stripes about 1–3 mm broad, lower marginal male areas showing a dim outline, cystocarpic areas deeply coloured, located n the upper marginal part of frond, frequently small microscopic or macroscopic male or femal patches scattering among female or male areas respectively ; antheridia 14–23 × 11.5–16 μ in surface ize, divided in the formula, a/4, b/2–(4), c/4, and producing 32 or more spermatia, spermatia 3–5.5 μ liam., with a parietal plate chromatophore, cystocarps 14–25.5 × (9)–11.5–18.5 μ in surface size, livided in the formula, a/2, b/1–(r.2), c/2, and producing 2–4 or rarely more carpospores, carpospores 11.5)–14–16–(18.5) μ diam., rich in contents, with a massive or short arm stellate chromatophore in he center. Asexual reproduction takes place in autumn and in spring to summer.

Morphological observation

Young sterile plants are ovate or round and show a round or cordate base. With growth, they become broader than high and take a round, reniform or broad irregular shape with a cordate or umbilicate base. Many plants appearing in early autumn take an advanced shape with umbilicate base, on the other hand those appearing in late autumn to early winter mostly remain ovate or round with round or cordate base. The plants growing densely are generally ovate.

Plants are often deeply divided into a few or several parts with incisions reaching to the base. Basal part of thallus slightly declines, of which rhizoids are more issued on down side than upside (Plate XVI E,F). Young plantletes of about 0.1–1 cm in height are mostly concave in shape.

The height is mostly 5–10 cm but often reaches 20–30 cm. The thickness of thallus and the size of cells are smaller at the margin and larger near the base (Table 8). They are also smaller in young plants (Table 9). Antheridia and cystocarps in the upper portion of thallus are nearly equal in size to vegetative cells in the middle part.

There occur both asexual and sexual reporductive organs in different seasons, the asexual organs are formed in autumn and in spring to summer and sexual organs in winter. The plants of early appearance (in early autumn) at first form asexual organs and then sexual organs in the same individual. Those of late appearance (in late autumn ot early winter) form sexual organs from the first without the formation of asexual organ.

Sexual organs in the plants without the formation of asexual organs before are formed more than 1.5–4 cm in the height of thallus. At first antheridia are formed in the upper marginal part of thallus, in the inner part of which female cells occur. After the antheridia fall off, cystocarps appear there. On the other hand, antheridia extend to both sides of thallus as well as within the upper cystocarpic portion. The upper antheridia form a number of stripes with clear outline, which are directed to the base and at right angle or oblique to the margin. The male stripes of well mature plants are long and broad, and in such a plant small male or female patches among the female or

male area respectively are few.

In the plants having formed asexual organs in autumn, antheridia at first are formed in bo lower margins of thallus and then within the upper cystocarpic portion.

Female cells (carpogonia) have the same figure as those of *P. tenera*. There is often seen a co nection of spermatium with female cells.

There are also seen mixing of femalle cells or poor content cells in the cystocarpic area in t faded plants as seen in *P. tenera*.

Asexual plants producing neutral spores have the same shape as sexual plants. Reniform shape and lobation and curling of the upper margin are more frequent in asexual plants. The heig is 0.1–20 cm, mostly 1–5 or 6 cm. It is larger in late autumn and early spring. Smaller asexual pla as 1–10 mm in height are frequently wedge or fan-like in shape and with truncate or broadly obtr apices.

Neutral spores are produced one in each cell in the upper part of thallus without any divisi There is often seen a clear fertile zone 2–3 mm or more broad in the active season of asexual reprod tion. In old asexual plants in late autumn and early spring 2–4 or more neutral sporangia grouped together. They appear to be derived from the same cell.

In late autumn to early winter and in early spring, when reproductive organs change fr asexual to sexual or from sexual to asexual, there are found plants having both asexual and sex reproductive organs in the same thallus as follows (Figs. 34, 35).

1) Plant with neutral sporangia and antheridia - *na* (=*an*).
   a) A few immature antheridia are mingled among neutral sporangia, antheridial areas invisi to the naked eye - *n*(*a*).
   b) There is a part with neutral sporangia only and the other part with antheridia and neut sporangia mixed together, antheridial areas invisible or slightly visible in the lower margi part of thallus - *na* in narrow sense.
2) Plant with neutral sporangia, antheridia and cystocarps - *nac* (=*can*). There is a part w neutral sporangia and cystocarps and the other part with antheridia, neutral sporangia a cystocarps. Antheridial areas are visible at the lower margin of thallus, but upper male stri do not develop sufficiently.
   a) Neutral sporangia are nearly equal in number to cystocarps - *nac* in narrow sense.
   b) Neutral sporangia are many - *na*(*c*).
   c) Neutral sporangia are few - *ca*(*n*).

Sexual plant with antheridia and cystocarps is marked with *ca*.

In the part with neutral sporangia and cystocarps, the former is light in colour in surface vi and the latter dark. Neutral sporagnia, of course, are one layered. In the *nac* and *ca*(*n*) pla neutral sporangia are frequently small and grouped together into 2–4.

Microscopic buds of the present plant are easily found near the macroscopic plants in the fi in autumn and spring to summer. The buds are uniseriate at the earliest stage. When the c number of them increases to (3)–4–6–(10), longitudinal cell division begins to occur. Thus the bu become multiseriate leafy thallus (Figs. 36 A,B). In the uni- to diseriate stage they are clavate, el gated obovate or elliptical. The size of uniseriate and diseriate buds is shown in Table 10. they grow, they become gradually broader than high, when reaching about 1 mm in height they ta an ovate to round shape with round or cordate base. The shape is retained until reproductive orga are formed.

Culture experiments of spores

Liberated neutral spores from asexual plants are amoeboid before becoming spherical, 11. 15–(17.5) μ in diameter, provided with rich contents and a massive or short arm stellate chrom tophore. They are elongated upright on the substratum and develop into the same uniseriate bu as found in the sea by the horizontal cell division. Afterwards they become leafy by longitudinal c division.

The early development in the culture of May 24, 1955 is described below (Fig. 37).

Liberated spores develop into 1–2 sometimes 3–4 celled uniseriate germlings in one to two da After three days they become 3–6 celled, in some of which longitudinal cell division begins to ta place. After five days most of 4–6 celled germlings become diseriate by longitudinal cell division of

cells except the basal cell. There remain a few uniseriate 5–8 celled germlings. After seven days there occur four seriate germlings. After two weeks they develop into eight to ten seriate elliptical or oval buds 105–115 u high and 56–70 μ broad, and rhizoids are also issued from lower cells above the basal cell.

In the culture experiment the first longitudinal cell division occurs in the 3–8 (mostly 4–6) celled stage. It is indefinite what cell of the germling makes the division at first. There does not occur the division in the basal cell of a germling. Rhizoids are issued from only the basal cell at first and later from lower cells above it. They are flattened and disc-like at the tip, often creep along on the substratum and sometimes branched (Fig. 38).

In another calm culture of the same date the germlings reached 400–900 μ high after one month, some of which produced neutral spores again (Fig. 40).

Immature spores, which are liberated after mature spores in the fertile zone have been liberated, take an abnormal shape of germination (Fig. 39).

Carpospores, as seen in the other *Porphyras*, germinate to give rise to a filamentous growth and when carpospores germinate on the shell their germinating tubes penetrate the shell and develop into a pinnately much branched and radial filamentous growth, *Conchocelis*-thallus, resembling that of *P. tenera* (Fig. 41).

Filaments of the *Conchocelis*-thallus are 2–5 μ diam. in the slender part and 6–10 μ diam. in the inflated part from which branches are issued oppositiely or whorledly. Monosporangial branches are uniseriate, branched and consisting of more than 20 cells (monosporangia) (9)–10–13–(14) μ in diameter and of nearly equal length to the diameter. Patches of the *Conchocelis* in the shell are smaller and somewhat more reddish than those of *P. tenera*.

Growth and maturation of the *Conchocelis*-thallus in the culture of Jan. 7, 1954 are described below.

The *Conchocelis* growed to be visible to the naked eye as a spot in early March, and become about 3–5 mm in diameter of the patch and began to form monosporangia in the middle of May. In early June a great number of monospores were liberated, in July to August the liberation discontinued and in late September it commenced again.

The season of the formation of monosporangia is earlier than in other *Porphyra, P. tenera, P. yezoensis, P. pseudolinearis* and *P. suborbiculata*, of which *Conchocelis*-thalli were cultured from Jan. 6–8 (Mar. 10 in *P. yezoensis*) in the same year and under the same condition. *Conchocelis* of *P. tenera* and *P. yezoensis* began to form monosporangia in early July and those of *P. suborbiculata* and *P. pseudolinearis* in middle June as in the description of the present writer (1953). In addition the four *Conchocelis*-thalli did not liberate monospores until September.

Liberated monospores take an amoeboid shape at first and soon become spherical. The diameter is (8)–9–11.5–(14) μ. They develop into a upright bud of *Porphyra* leafy thallus in the same manner of neutral spores (Fig. 42). The uniseriate germlings are slightly slenderer than those of neutral spores. This seems to be due to the slight smaller diameter of monospores than neutral spores (Table 11).

In autumn of 1955 the sporelings which settled on "hibi" in the laboratory were cultured in the sea, they developed into the same adult plants as the natural plants.

Ecological observation

The present plant grows on bamboo or wood stakes, piles of pier, rocks and sometimes other algae, *Gloiopeltis furcata* and *Gelidium divaricatum* in the inner or outer water. It also grows on "hibi" mixed together with other *Porphyra* or exclusively.

Periodical investigations of the growth and reproduction were made at several places in Matsushima Bay, Shiogama, Ishihama, Yogasaki, Yachihama and others during 1952 to '56. In addition to the plants on stakes, rocks, piles or other algae, the plants on "hibi", which were spread at Shiogama and Yachihama in September, October, November and March and some of which were spread on another "hibi" having asexual plants to catch neutral spores, were observed. The covering is called "kasane-hibi" or infection. On the "kasane-hibi" only the present plant grows. Besides, the plants on "hibi" translated in Shiogama from Usu in Hokkaido in 1952 and the resulting plants from monospores of *Conchocelis*-thallus at Shiogama in 1955 wers also observed.

The present plant appears from late September or early October in the size of 1–2 or 5–10 mm.

Microscopic buds in the early stage are found abundantly from this to early or middle November, and they are very rare during December to February or March.

Plants appearing in the early season attain full growth in early or middle December. The growth at Ishihama and Yachihama in 1953–'54 is shown in Table 12. The plants at Ishihama are shorter in height than those at Yachihama, while in 1952 they attained to 5–10 cm in height in late December at Ishihama. The height seems to differe according to various environmental factors, nutrients of water, settling level of water, waves and others. In late October the growth is not so conspicuous perhaps due to the active liberation of neutral spores.

Plants appearing in late October of the size of 1–2 mm reach full growth in early or middle January. There is not seen the formation of neutral sporangia and no depression of growth in late October.

From the investigations of growth by means of "hibi" spread at Shiogama and Yachihama, spores settled in early September to early October develop into a bud 1–2 mm high about three weeks after the settling (after the spreading of "hibi"), 0.5–1 cm about one month after and 3–5 cm forty or forty five days after.

Plants appearing later than the above show a slower growth. The plants on "hibi" spread on Oct. 27, 1953 at Yachihama were 0.5–1 cm high in middle January (about two months and a half after the spreading) and 3–4 cm in early March (about four months after). The plants on "hibi" spread on Oct. 31, 1955 at Shiogama became 3–4 cm high in late January (about three months after) and 6–7 cm in middle March. The plants on "hibi" spread on Nov. 25, 1955 at the same place were 0.2–1 cm high in late January (about two months after).

There are seen a number of buds 1–5 mm or more high on bamboo stakes or concrete piles at high water level during December to February or March. Their growth during the above season is not conspicuous.

In February to March the plant fades in colour, especially at Ishihama and Yachihama where the nutrients of the water are poor.

Plants having appeared in early autumn and grown in winter begin to fall off from February or March and they become rare in April, when there are luxuriate plants having appeared in late autumn and not attained full growth during winter. These plants are also fewer in May and disappear in June.

On the other hand there appear again new microscopic buds from March or April. They grow abundantly in the size of about 3–5 cm high during May to June and decline in their prosperity in July. The microscopic buds in the early stage are found near larger plants continuously.

The change of plants from spring to summer is recognized by their size, shape, colour, change of substratum or growing zone and by the putting of new substratum, bamboo stake, stone and "hibi". The change of the growing zone on bamboo stakes at Yachihama and on concrete piles at Ishihama is shown in Fig. 44.

The luxuriance of plants in spring to summer differs according to growing places and years. The plants are luxuriant in 1953 and '54 and poor 1955 and '56.

Plants having grown in spring to summer generally begin to decline in their prosperity in July and disappear in August. Sometimes a few of them continue to exist in a small size of 0.1–1 cm or more in height until autumn, the next season of appearance.

The continuance does not always occur every years, it was frequent in 1953, rare in 1954 and not found in middle August to early September of 1955 and '56. The plants are liable to continue to exist on wet bamboo or wood stakes and disappear earlier on dry rocks or concrete piles. It is interesting that the plants grow abundantly on the south side of the rock and rarely on the north side and that they disappear earlier on the south side.

Such surviving plants become larger again from the middle or late September and reach a full length in winter.

Investigations of the reproductive organs throughout the growing period are shown in Fig. 43 and summarized in Fig. 73.

There takes place asexual reproduction in autumn, sexual reproduction in winter and again asexual reporduction in spring to summer. The change from asexual reproduction to the sexual one occurs in late autumn or early winter and the change from sexual reproduction to asexual occurs in early spring.

There are seen a number of asexual (*n*) plants bearing neutral sporangia only from late September or early October to early November. In late October or early November *n* (*a*) plants bearing neutral sporangia and a few immature antheridia make an appearance. In middle to late November, when *n* plants disappear, *na* plants bearing both neutral sporangia and antheridia, *nac* plants bearing neutral sporangia, antheridia and cystocarps and rarely sexual (*ca*) plants are seen there. In December to February or early March most of the plants are sexual. In middle to late March *can*, *na* and rarely *n* plants reappear and in early April there are found *n* and sometimes *na* plants. From this to the end of growth there are seen *n* plants only.

The change of the reproductive organs somewhat differs according to the growing places and years. At Shiogama and Yogasaki sexual (*ca*) plants are rare in winter and *ca*(*n*) plants are frequent, sometimes *can*, *na* and rarely *n* are also found. At Ishihama neutralized plants were not found in the winter of 1952 to '53, while a number of *n*, *na* and *nac* plants grew in the winter of 1953 to '54 in addition to sexual plants. The neutralized plants were young in age and grew at a higher water level than the sexual plants.

According to the change of reproductive organs throughout life and to the mature season of an individual, the following kinds of plants are recognized.

1. asexual → sexual → (asexual) : autumn → winter → (spring)
   This is the case where plants appear in early autumn in small size just visible to the naked eye. Most of them fall off during winter, a few survive until spring.
2. sexual, or sexual → asexual : winter, or winter → spring
   This is the case where plants appear in middle autumn. Some of them fall off during winter, the others survive until spring.
3. asexual : spring, spring to summer, or summer
   There are two cases.
   1) One is the case where plants appear in late autumn to early winter and do not grow enough to form any reproductive organs during winter.
   2) The other is the case where plants appear in spring to summer.

The plants appearing in middle autumn may be the same as the first or the third case according to the rate of growth. And those appearing in late autumn or early winter may be the same as thesecond.

Initial size of asexual plants to form neutral sporangia is 0.1–4 cm. Generally it is smaller in early autumn (down to 1–2 mm), larger in late autumn and spring (2–4 cm) and again smaller in summer (down to 0.1–1 cm).

Discussion

The present plant is characterized by its generally round shape, dull brownish colour, monoecious character, male stripes, formulas of division of antheridia and cystocarps, a/4, b/2–(4), c/4, and a/1–2, b/1–(r.2), c/2 respectively and the occurrence of longitudinal cell division in the earlier (4–6 celled) stage of bud. The duration of the growth is very long and the asexual reproduction takes place in autumn and in spring to summer.

These characteristics are sufficient to distinguish the present plant from *P. tenera* mentioned in the preceding chapter.

The present plant appear to have been dealt with as a form of *P. tenera* by Ueda (1932), Kunieda (1939), Tanaka (1952) and other investigators.

Round type given in Pl. XXX 89–91, 93 of Kunieda (l.c.) and in Pl. 10–2 of Tanaka (l.c.) and the plant shown in Pl. XIV 3 of Ueda (l.c.) appear to agree with the present plant, but the *round type* of Pl. XXXI 94-95 of Kunieda appears to be another species. Some of the summer plantlets of Ueda (1929), summer plantlets of the same author (1937, Fig. 4), dwarf type of Tseng and Chang (1955, Pl. II), Form 1 of Suto (1950) and I Form of Arasaki (1952, '57) are also closely related to the present plant.

"*P. yezoensis*" of Kinoshita and Shibuya (1941, '42) closely resembles the present plant in its morphological and ecological features. The present writer's investigation during 1953 to '56 at Usu, where the species was investigated by them, and his observation of the so-called "*P. yezoensis*" translated at Matsushima Bay from Usu during 1951 to '53 made clear that the species is not *P. yezoensis* but the same as the present plant.

The present writer notes additionally that the present plant closaly resembles *P. leucosticta* f. *mediterranea* Hamel (1924) in its round shape, concave base and male stripes.

The life cycle of the present plant is summarized as follows (Figs, 46, 73).

The plants appear from late September or early October in small size just visible to the naked eye. They attain full growth in December, continue to luxuriate until June, decline in July and disappear in August. During the period of growth conspicuous alternation of plants occurs in spring.

The plants produce neutral spores in autumn and in spring to summer to multiply repeatedly. In winter carpospores are formed.

Carpospores develop into *Conchocelis*-thalli which produce monospores in autumn through summer. Monospores develop into *Porphyra* of the next season.

Sometimes summer plants bearing neutral spores continue to exist until autumn. Neutral spores of the survived plants, in addition to monospores of *Conchocelis*-thalli, become the origin of *Porphyra* of the next season.

The assumption of Ueda (1927, '37) and others on the life cycle of *Porphyra* that *Porphyra* passes during summer in the condition of "summer plantlets", the present writer thinks, had largely been due to the summer plant bearing neutral spores of the present plant.

On the appearance of the plant, *Conchocelis*-thalli begin to liberate monospores in September. The experiment of the present writer and Akiyama (unpublished) showed that monosporangia were formed in 15–25°C. Judging from this the liberation seems to continue to early November. It is not enough clear whether the luxuriance during spring to summer has any relation with the liberation of monospores of *Conchocelis*-thalli in June as seen in the experiment of 1955. But the origin of the plants in spring to summer is mostly neutral spores of neutralized plants.

Yearly difference of the luxuriance in spring to summer and the continuance of the summer plant to autumn seem to be influenced by various environmental factors. The abundant growth in winter and fine weather in spring, which clean the substrata catching spring spore at spring tide, appear to bring the luxuriant growth in spring to summer. The abundant growth in spring to summer, cloudy weather and low temperature in summer appear also to help the continuance of plant from summer to autumn. Water temperature and specific gravity in 1953 –'55 are shown in Fig. 45.

Regarding the seasonal change of the reproductive organs, the temperature in the asexual reproductive season, autumn and spring to summer, is about 21–14°C and 9–25°C respectively, while that in sexual reproductive season, winter, is 8–3°C. Asexual reproduction often occurs in winter in the water rich in nutrients. It seems that the temperatures is not the only factor to determine the sex.

P. yezoensis Ueda

Diagnosis

Frond elliptical, elongated elliptical, oval or sometimes round, provided with cuneate, round, cordate or sometimes umbilicate base, undulate at margin, occasionally shallowly or deeply divided, (3)–5–20–(50) cm high, (1.5)–2–8–(20) cm broad, (0.6)–1–5–(10) times as long as broad, without microscopic spine at margin, bluish green in the lower part and reddish brown in the upper part, consisting of one layer of cell, 35–50 μ thick in the middle part; cells irregularly triangular, square or polygonal in surface view, irregularly arranged, (11.5)–15–25–(28) μ in long diam., (9)–11.5–16–(21) μ in short diam. in the middle part of frond, square in cross section, higher than broad, provided with one stellate chromatophore in the centre of each cell; basal cells issuing rhizoids downwards, larger than ordinary cells, ovate or elliptical; monoecious, male areas situated at both side margins as well as intercalarily among the upper cystocarpic part of frond, upper intercalary male areas forming nearly colourless stripes about 0.5–2 cm long and 1–3 mm broad, lower marginal male areas without clear outline, cystocarpic areas deeply coloured, situated in the upper part of frond, frequently micro- or macroscopic small male or female patches scattering within female or male areas respectively; antheridia 16–28 μ in long diam., 14–23 μ in short diam., divided in the formula of a/4, b/2–4, c/(4)–8 and producing 64–128 spermatia, (40)–50–60 μ thick there, spermatia 3–5 μ diam., provided with a pale blue greenish parietal chromatophore; cystocarps 16–25–(28) μ in long diam., 14–18–(23) μ in short diam., divided in the formula of a/2, b/1–2, c/2–(4) and producing 4–8 or more carpospores, (35)–40–50 μ thick there, carpospores 11–16μ diam., rich in contents, provided with a central massive

or short arm stellate chromatophore. Asexual reproduction takes place in young stage in autumn to early spring.

Morphological observation

The plants are elliptical, elongated elliptical, oval or sometimes round in shape. In the young stage they are elliptical or elongaed elliptical, (1.5)–2–6–(16) times as long as broad and narrowed toward both, or either upper or lower end. As they grow older, the shape becomes broader and oval or round. Shape of the base also changes from cuneate to umbilicate with the change of the shape of plant. Young plants sometimes curl at the margin. Division of thallus occurs frequently in open sea. The size of the plant is usually 5–20 cm high, often it reaches a height of 30–50 cm.

Size of vegetative cells and thickness of thallus are smaller at the margin and larger near the base. They are also larger in old plants than young plants (Table 13). According to the age of plant, the size of cells in the middle part of thallus varies from 11.5 μ to 30 μ in long diam. and from 7 to 21 μ in short diam., and the thickness of thallus there varies from 26 μ to 52 μ. The shape of cells in cross section is frequentry of nearly equal height to breadth in the young plants.

There are formed sexual as well as asexual reproductive organs. Asexual organs, neutral sporangia (monosporangia), are formed in the young stage in autumn to winter, and sexual organs, antheridia, female cells (carpogonia) and cystocarps are formed in winter to early summer. In winter there are plants forming both asexual and sexual reproductive organs in the same thallus.

Plants, in autumn to winter, form at first asexual organs and then sexual organs, in spring to summer they form sexual organs from the first time without the formation of asexual organs. In the latter case, a nearly colourless antheridial area with dim outline appears at first at the apical margin of thallus. The area gradually extends toward both side margins as well as inwardly and the upper marginal antheridia begin to liberate spermatia, while the female area inside of the antheridial area becomes deep in colour and comes out at the upper margin to liberate carpospores. In this way, in full grown plants there are seen antheridial areas with dim outline at both lower side margins and a number of antheridial stripes among the upper cystocarpic area. The stripes are directed to the base of thallus, thus they run at a right angle or obliquely to the upper margin and parallel or oblique to the side margin according to the shape of plant. The stripes are usually 0.5–2 cm long and 1–3 mm broad, sometimes attain to 4–5 cm in length and 7–8 mm in breadth. There are frequently found microscopic or macroscopic small antheridial or cystocarpic patches within the cystocarpic or antheridial area respectively. Sometimes, especially in the early stage of maturation, a scattered figure of small male and female patches is seen.

Antheridia are divided in the formula of a/4, b/2–4, c/(4)–8. The division of c/8 are few in winter and frequent in spring to summer. Cystocarps are divided in the formula of a/1–2, b/(1)–2, c/2–(4). The division of c/4 are not frequent and it is seen in spring to summer. The divisions of antheridia and cystocarps are full in old plants as well as in the water rich in nutrients. The thickness of upper full divided antheridial part is usually larger than the inner vegetative part. That of cystocarpic part are nearly equal to the vegetative part.

Female cells are located in the inner part of antheridial or cystocarpic area. They have a nearly equal figure to vegetative cells in surface view, and a spindle shape with a slight protuberance at both ends in cross section. The protuberance does not protrude out of the surface of thallus. Fertilization tubes of spermatia connected with female cells are frequently seen.

Asexual plants have the same shape as sexual plants, although they are liable to be narrower and reddish in colour. The size is 1–11 cm long, 0.6–11 cm broad and (0.5)–1–5–(16) times as long as broad. The size and thickness of the plants are generally smaller than those of full grown sexual plants. The initial size of plant producing neutral spores is 1–7 cm in length.

Upper marginal cells of the thallus are transformed into neutral sporangia without any division. The sporangia are rich in contents, provided with a massive or short arm stellate chromatophore in the center and produce one neutral spore (monospore) within. They are (10)–13–18–(25) μ in long diameter and (8)–9–14–(16) μ in short diameter in surface view, one layered and nearly equal or higher than broad in cross section. The thickness there is about 20–32 μ. The size and the thickness are the same as the inner vegetative cells.

In autumn to winter there are found plants forming both asexual and sexual reproductive organs in the same thallus in addition to asexual (*n*) and sexual (*ca*) plants as follows (Fig. 52–55).

1) Plant with neutral sporangia and antheridia - *na* (=*an*).
   a) A few immature antheridia are mingled among neutral sporangia, antheridial area invisible to the naked eye - *n*(*a*).
   b) There is seen a part with neutral sporangia only and the other with neutral sporangia and antheridia, antheridial area invisible or faintly visible to the naked eye at the side and upper margins of thallus – *na* in a narrow sense.
2) Plant with neutral sporangia, antheridia and cystocraps – *nac* (=*can*).
   There are a part with neutral sporangia and cystocarps and the other with neutral sporangia, antheridia and cystocarps. Antheridial area is faintly or plainely visible at the side and upper margins.
   a) Neutral sporangia are nearly equal to cystocarps in number – *nac* in a narrow sense.
   b) Neutral sporangia are many – *na*(*c*).
   c) Neutral sporangia are few – *ca*(*n*).

Plants are more sexualized, the mixture of coloured cells (neutral sporangia or cystocarps) in the antheridial area are fewer and antheridial areas are more distinctly visible to the naked eye. The antheridial areas appear at the middle or lower both side margins as well as among the upper cystocarpic area as seen in the sexual plant. The stripes, compared with those of sexual plants, are generally slender and many in number. In sexual (*ca*) plants there is not seen the mixture of coloured cells (cystocarps) within antheridial areas. Sometimes there are sexual plants mixing with isolated cystocarps in the antheridial area, which indicates the process of sexualization of reproductive organs from *nac* plants.

During the asexual reproductive season (autumn to winter), reproductive organs of the plants are asexual in the young stages, they are gradually sexualized as they grow older and at last become entirely sexual. In this way the plants pass the stages of *n*, *na*, *nac* and are followed by *ca*. Sometimes *n* or *n* and *na* stages are omitted. After spring, plants form sexual reproductive organs only from the first time.

In the *na* or *nac* plants antheridia and cystocarps are not sufficiently divided. The division c/8 of antheridia and the division c/4 of cystocarps are not seen. Neutral sporangia are one layered, lighter coloured and angular than cystocarps in surface view. In *ca*(*n*) plants small 2–4 or more neutral sporangia are frequently grouped. The grouping sporangia appear to be derived from the perpendicular division of the same mother cell to the surface of thallus.

In culture experiments of spores liberated from the part with neutral sporangia and cystocarps there occur upright bipolar germlings and creeping filamentous germlings in proportion to the number of neutral sporangia and cystocarps.

In spring to summer, sometimes, there are seen abortive cells among cystocarpic areas of sexual plants, of which antheridial areas are not mingled with coloured cells. Culture experiments of the spores liberated from the part with the abortive cells sometimes results in the occurence of upright gremlings among creeping germlings.

Buds of the present plant are easily found in winter, especially near the larger plants (Figs. 56, 57).

They are uniseriate and clavate shaped in the earliest stage. When the cell number of the uniseriate buds attains to (3)–6–8–(13), the longitudinal cell division begins to occur. Thus the buds develop into a multiseriate leafy thallus. The cell number of uniseriate buds, in which longitudinal cell division begins to occur, appears to be small in the unfavourable condition of growth. Microscopic multiseriate buds are elliptical or elongated elliptical with the length 2–4 or more times as the breadth.

Culture experiments of spores

Neutral spores are amoeboid at first, and become spherical later. The diameter is 12–16–(17.5) μ. They germinate the same upright buds of *Porphyra* as found in the sea. The early development is shown in Fig. 58.

The development of carpospore of the present plant had been mentioned under the names of "*P. tenera* round type", "*P.* tenera (No. 3)" and "*P. yezoensis* prox." by the present writer and Hirano (1953 a,b, 1956 a respectively). Kurogi and Hirano (1956 a) mentioned that the *Conchocelis*-thallus liberated monospores during September to December, when the water temperature was 23–10°C. Later Kurogi and Akiyama (unpublished) made clear that the formation and liberation of the

monospores occured above 10°C in water temperature.

Monospores liberated from the *Conchocelis*-thallus are also amoeboid at first and become spherical later. The spores are (9)–10.5–12.5–(14) μ in diam., being somewhat smaller than neutral spores of the leafy thallus. They develop into upright buds of *Porphyra* as neutral spores. The early development is shown in Fig. 59. In 1955 the spores which were settletd on "hibi" in the laboratory were cultured in the sea and they developed into adult plants (cf. later pages and PL. XXIV A-C, XXV C,D).

Ecological observation

Periodical observations of the plants on natural substrata were made in Matsushima Bay, especially at Yogasaki, Tatamiishi-hana (Plate XXI) and Ishihama-zaki in 1952 to '55. To make clear the particulars of the growth, experimental "hibi" were spread periodically at Tatamiishi-ura (Plate XXI) in 1953 to "55, where the *Porphyra*-cultivation was not made at that time. Additionally, in 1955 to '56 germlings of monospores of the *Conchocelis*-thallus were cultured in the sea at Shiogama, the inner part of the Bay.

The plants are abundantly found near the open sea but not in the inner part of the Bay. They grow on rocks, barnacles, mussels and other various algae (*Gracilaria verrucosa, Gloiopeltis furcata, Gelidium divaricatum, Gymnogongrus flabelliformis, Myellophycus caespitosus, Carpopeltis affinis, Gigartina intermedia, Grateloupia livida, Chondria crassicaulis, Hijikia fusiforme, Sargassum thunbergii, Cystophyllum sisymbrioides, Ahnfeltia paradoxa, Gelidium amansii,* and *Eisenia bicyclis*) in the littoral zone to the upper sublittoral zone. They most luxuriate on other algae.

The plants are few before December, luxuriant in March to May and disappear in July. They are found in middle November in a length a few to several cm, but very few. The earliest observation of the plant was the microscopic buds of the length about 100 μ on *Gracilaria* and *Carpopeltis* at Tatamiishi-hana in early October. The buds appear to be belong to the present plant from their shape and substrata. Microscopic or macroscopic buds are numerous in December to March or April. In January to February, generally, a few larger plants among a number of small plantlets are found on other algae. At Yogasaki the plants appear on rock somewhat earlier than at Tatamiishi-hana where the plants are rare on rock. At the north side of Ishihama-zaki they are rare until middle February and luxuriate from April.

In the early season of growth the plants grow in the higher littoral zone, in the middle to end season they grow in the lower littoral zone to the upper sublittoral zone. At Tatamiishi-hana they grow on mussels, *Gracilaria* or *Gymnogongrus* at a higher level in the early season, then move to on *Carpopeltis* and most luxuriate on *Grateloupia, Hijikia* and other algae at the lower level in the middle to the end of the season. At Yogasaki they move from on rock to on *Grateloupia, Chondria* and other algae through on *Gloiopeltis*.

At Tatamiishi-ura from September in 1953 to March in the next year, net "hibi" made of coir-yarn were spread at different dates as shown in Table 14. One of the "hibi" was spread at the water level corresponding to about 100–110 cm above D.L. of the Tide table of 1953 at Ayukawa. The level was lowered about 10 cm on February 8 and about 20–30 cm on March 10. The other was spread at the water level corresponding to about 60–70 cm. Since Oct. 31, one of the "hibi" were covered with another "hibi", which had been spread at earlier dates and on which asexual plants of the present plant producing neutral spores growed, in order to catch neutral spores for several days to about half a month. "Hibi" of Mar. 25 were spread on rock, on which the present plant growed abundantly on other algae.

On all the "hibi" buds of the present plant settled, and on the covering "hibi" they were very dense. On the "hibi" at the lower water level, especially on ones of Dec. 13, 22 and Jan. II, the buds were scarce. On the "hibi" before Oct. 22 *P. tenera* mingled with the present plant, on the "hibi" after Oct. 31 the present plant growed exclusively.

Buds on these hibi", except those of Dec. 13, 22 and Jan. II at the lower water level, grew as shown in Table 15. Buds on the "hibi" of Sept. 11, 24, Oct. 8 and 22 at high water level successfully grew but after Mar. 10,when the "hibi" were lowered, they gradually declined by the attachment of diatoms, *Licmophora, Nitzschia*, etc. (called "dotagusare" in Japanese) and entirely disappeared on May 20. Plants of the same dates at the lower water level were attached by diatoms after Dec. 8 and gradually became lost until May 20. Buds on the covering "hibi" of Oct. 31 and

Nov. 16 were so dense that a few of them grew up. The declination was the same as the above mentioned plants. Most of buds on the "hibi" of Dec. 13, 22 and Jan. 11 at the high water level were covered by dense *Ulothrix* and a few of them grew up. They were lost until July 5. Plants of the same dates at the lower water level did not grew up by the dense attachment of diatoms (mostly *Melosira*) on the "hibi" in the early stage. Some of the plants of Feb. 8 died by excess desiccation in the early stage. The others showed the nearly same growth as the survived plants of Dec. 13, 22 and Jan. 11. Plants of Mar. 25 successfully grew up, but the "hibi" was lost by the wave between June 4 and July 5.

The investigation by the spreading of "hibi" was carried out in 1954–'54 additionally. The results were nearly the same as the investigation in the preceding year.

One to two celled germlings of monospores of the *Conchocelis*-thallus, which settled on a small net "hibi" in the laboratory on Sept. 18–19, 1955, were cultured in the sea at Shiogama where the present plant never occured. The germlings were counted to be 10–20 per 12–13 cm in the length of "hibi" thread. They successfully grew until they began to produce neutral spores. Afterwards, they showed a slow growth, became round or reniform like *P. kuniedai* and they were mostly lost in December. On the other hand, plants derived from the neutral spores luxuriated there later. On the "hibi" *P. tenera* settled together.

Covering of "hibi" were tried on Oct. 31, Nov. 25 and Feb. 25 to catch the neutral spores. On these covering "hibi" buds of the present plant settled and grew up. But on the "hibi" of Feb. 25 they were few and most of buds of Nov. 25 were covered by *Ulothrix* and diatoms attaching on the "hibi" later, and a few of them grew up.

These plants luxuriated in January to April and disappeared in July. The growth of the monospore culture and of the covering "hibi" of Oct. 31 is shown in Table 16.

From the observations of natural plants and the investigations by the spreading of "hibi", the following particulars of the growth of the present plant are known.

The present plant appears from middle or late October in small size just visible to the naked eye, well luxuriates from middle or late November to May, gradually declines in June and disappears in July (Figs. 60, 73).

Spores developing into the leafy thallus occur from September to March and microscopic buds are found continuously until March or April.

The settled spores, in the favourable condition, develop into buds visible to the naked eye in three or four weeks after the settling, and they reach a full length about two months after. The growth is rapid in the sporeling settled in autumn, slow in those of winter and again rapid in those of spring as seen Tables 15, 16. And the growth is more rapid in the plants at the lower water level, although the condition of growth is not always favourable. The active period of luxuariance is March to May in the natural substrata, while it is middle or late November to April on "hibi". This seems to be related to the absence of favourable natural substrata in autumn and to the cultivation on "hibi" at high water level in comparatively calm sea.

Seasonal changes of reproductive organs (neutral sporangia, antheridia and cystocarps) in natural plants at Yogasaki (1952–'53), Tatamiishi-hana (1953–'54) and Ishihama-zaki (1954–'55) and in the plants on "hibi" at Tatamiishi-ura (1953–'54) are shown in Table 17 and Fig. 60 and summarized in Fig. 73.

Asexual (*n*) plants occur in October to February or March and sexual (*ca*) plants from December (rarely November) to the end season of growth. There are also found *na* plant with neutral sporangia and antheridia in October to February (occasionally March), and *nac* plant with neutral sporangia, antheridia and cystocarps in November (rarely October) to March (occasionally April). Sexual plants are not seen in October to November and asexual (*n*), *na* and *nac* plants are not found after April. Thus neutral spores are produced in October to March and carpospores are formed in November to the end season of growth. In October neutral spores only occur and after April carpospores occur exclusively.

The seasonal change, related with the condition of the growth, somewhat differs according to the place and perhaps the year of growth. At Yogasaki sexual plants occured earlier and asexual plants were found until late. At the north side of Ishihama-zaki asexual reproduction was poor before March. At Tatamiishi-hana sexual plants were found from February.

On the "hibi" at Tatamiishi-ura asexual (*n*) as well as sexual (*ca*) plants occured earlier and the

former disappeared earlier. The change also differed according to spreading dates. On the "hibi" of September to October there occured *n, na, nac* and *ca* plants, on the "hibi" of November occured *na, nac* and *ca* plants and on the "hibi" of December to March occured *ca* plants only. And asexual (*n*) plants disappeared earlier on the "hibi" of earlier dates, although there were found sterile plants. On the "hibi" of Sept. 11, 24 and Oct. 8 the plants were more asexual at the lower water level than at high water level during December to January.

From the investigation by the spreading of "hibi" it is clear that the plants of early appearance are asexual in the young stage, as they grow older they gradually sexualized and result in sexual, and that the plants of late appearance have no asexual stage. Thus, from the change of reproductive organs in the course of life, which differs according to the season of appearance, the following kinds of plants are recognized : *n→na→nac→ca, na→nac→ca, nac→ca* and *ca*.

In the course of the sexualization of reproductive organs, before January plants are more asexual in the lower part of thallus, while after February they are more sexual there.

Initial size of the plants forming asexual reproductive organs is about 1-7 cm in length as mentioned already. But at Shiogama (1955) the plants began to form neutral sporangia in the height 3–4 mm.

Required days to produce neutral spores from the spreading of "hibi" (settling of spores) are about 23–58. It is shorter in the plants of early appearance.

From the investigation at Shiogama(1955), where neutral sporangia were formed in the height of 3–4 mm and 23 days after the settling of spores, asexual reproduction seems to be more active in rich nutrient water as seen in *P. tenera* and *P. kuniedai*.

Discussion

The present plant is characterized by its elliptical, elongated elliptical or oval shape, monoecious character, male stripes, formulas of division of antheridia and cystocarps, a/4, b/2-4, c/(4)–8 and a/1–2, b/(1)–2, c/2-(4) respectively and the occurence of the first longitudinal cell division in the 6–8 celled stage of buds. Ecologically it has a long period of growth and a long period of asexual reproduction. And also the period of formation of monospores of *Conchocelis*-thallus is long.

Oval or round plants resemble *P. kuniedai*, but they are distinguished from the latter by the generally clear male stripes, light brownish colour of thallus, formulas of division of antheridia and cystocarps, thickness of thallus and other ecologocal features.

The present plant well agrees with *P. yezoensis* Ueda (L932) in almost all respects. But according to the original description, antheridia are divided in the formula of a/4, b/2, c/8 and cystocarps are divided in the formula of a/2, b/2, c/4. The division of antheridia is less in surface view (b/2) than in the present plant and the division of cystocarps is more in cross section (c/4). As to the difference, Tanaka (1952) described the same divisions of antheridia and cystocarps of *P. yezoensis* as the original description. But in his figure (Fig. 19 G) there are found the antheridia divided b/4. Fukuhara (1958) mentioned that antheridia and cystocarps *of P. yezoensis* at several localities in Hokkaido were divided in the formulas of a/4, b/4, c/8 and a/2, b/2, c/4 respectively. Suto (1957) described that the formulas of the division of antheridia and cystocarps of *P. yezoensis* in Tokyo Bay were a/2–4, b/4, c/8 and a/1–2, b/2, c/4 respectively.

The present writer (1959) investigated *P. yezoensis* at Muroran in Hokkaido, which perhaps is the type locality, and mentioned that antheridia and cystocarps of the plant at Muroran were divided in the formulas of a/4, b/2–4, c/(4)–8 and a/2–(occ. 4), b/1–2, c/(2)–4 respectively, that the divisions are less in the early season of growth and in the early stage of maturation and that there are often found the plants with the formulas of division of antheridia, a/4, b/2–(occ. 4), c/8, and of cystocarps, a/2, b/1–2, c/4 nearly equal to those of the original description. And he concluded that the divisions seemed to vary with the age of the plant and environment of growth within certain limits. From the investigation at Muroran, the present writer was lead to the conclusion that the present plant is identified with *P.yezoensis*, although the division of cystocarps in cross section is not sufficient, compared with the original description and the plant at Muroran and other descriptions of *P. yezoensis*.

Ueda (1932) described f. *coreana* of the present species and Tanaka (1952) described f. *kinoshitai*. The former by Tanaka (l. c.) and the latter by Fukuhara (1958) were discussed in respect that there seemed to be no sufficient differences to treat them as seperate forma respectively. Both formae are

thinner in thickness of thallus and not sufficient in the division of cystocarps in cross section. The latter grows at the bottom of 3–7 fathoms depth. The present writer had an opportunity to observe f. *kinoshitai* from the type locality under the kindness of Mr. Fukuhara. He could not distinguish it morphologically from the plant in Matsuhima Bay as shown in Table 18.

The present species well resembles *P. leucosticta* as already mentioned by Ueda (1932) and Tanaka (1952). They separated the former from the latter by the difference of the formulas of divsion of antheridia and cystocarps. Judging from the descriptions of Janczewski (1872), Berthold (1881, '82), Rosenvinge (1909) and Hamel (1924), antheridia and cystocarps of *P. leucosticta* seem to be divided in the formulas, a/4, b/2–4, c/4 and a/2, b/2, c/2 respectively. There remains a question wether the difference is sufficient to separate both species. Here the present writer notes that *P. leucosticta*, according to Berthold (1881, '82) and Dangeard (1931), has the stage bearing both asexual and sexual reproductive organs in the same thallus besides the entirely asexual and sexual stages as *P. yezoensis* in Matsushima Bay and at Muroran. Rosenvinge (1909) also described the scattering of isolated cystocarps among antheridia. Buds of *P. leucosticta* figured by Dangeard (1927, Pl. II Fig. 2–8) also resemble those of *P. yezoensis*.

It was mentioned in the preceding chapter that *P. yezoensis* of Kinoshita and Shibuya (1941, '42) was identified with *P. kuniedai*, that *P. tenera* on other algae figured by Ueda (1932) and Tanaka (1952) resembled *P. yezoensis* in its shape and substrata and that *P. tenera* figured by Wada (1941 Fig. 2) well resembled also the present species. Form 2 of Suto (1950) seems to belong to the present species judging from his description and the specimen.

The life cycle of the present plant is summarized as follows (Figs. 61, 73).

The plants appear from middle or late October in small size just visible to the naked eye, reach a full length in late November or early December and most luxuriate during December to May. They gradually decline in June and almost disappear in July. But in natural substrata the plants most luxuriate in March to May.

They produce neutral spores to multiply secondarily during October to March and form carpospores from November to the end season of growth. In October neutral spores only are formed and after April carpospores only formed. In October to March the plants are asexual in their young macroscopic stage and gradually sexualized as they grow older. Thus, in addition to asexual and sexual plants, there are found the plants bearing asexual reproductive organs as well as sexual ones in the same thallus, indicating the process of the sexualization of reproductive organ.

Carpospores develop into *Conchocelis*-thalli which produce monospores in September to December. The monospores become the origin of *Porphyra* of the next season.

The long growing period of the present plant is closely related to the long periods of monospore liberation of *Conchocelis*-thallus and of asexual reproduction of leafy thallus.

P. angusta Okam. et Ueda

Diagnois

Frond linear, elongated elliptical or elliptical, generally narrowed downwards or towards both ends, with cuneate or round base, undulate at the margin, (4)–7–25–(45) cm long, (0.5) –1–5–(8) cm broad, (2)-3–30-(60) times as long as broad, 28–38μ thick in the middle part, consisting of one layer of cell, without microscopic spine at the margin ; cells irregularly triangular, square or polygonal, irregularly arranged, (9)–14–25–(30)μ in long diam. and (8)-12-18-(24)μ in short diam. in the center of frond, square in cross section, higher than broad or nearly equal, provided with one stellate chromatophore in each cell, basal cells with rhizoids, oval or elliptical ; dioecious, female plant reddish brown in the upper part, male plant plae yellowish brown, antheridia and cystocarps formed in the upper marginal part, antheridia divided in the formula of a/4, b/2–4, c/8, producing 64–128 spermatia in each antheridium, 16–25μ in long diam. and 12–20μ in short diam., antheridial part 28–53μ thick, spermatia 3–5μ diam., provided with a pale greenish parietal chromatophore, cystocarps divided in the formula of a/2, b/1-2, c/2, producing 4–8 carpospores, 12–25μ in long diam. and 12–20μ in short diam., cystocarpic part 28–44 μ thick, carpospores (9)–10.5–12.5–(15)μ in diam., rich in contents, provided with a massive or short arm stellate chromatophore. Asexual reproduction takes place in microscopic stage in autumn.

Morphological observation.

Plants are linear to elliptical, occasionally oval, and generally narrower in the young stage and gradually broader as they grow older. Female plants are inclined to be narrower downwards, but male plants narrower toward both ends. They are undulate at the margin, striking in the young stage and near the open sea, and sometimes they are divided deeply in rough water.

Thickness of thallus and size of vegetative cells differ according to age, part of thallus and environment of growth. Plants collected on Nov. 27, 1954 at Sakino in Kesennuma Bay had the thickness about 28μ and the size of vegetative cells 9–12×8–14μ in the middle part of thallus, while those collected on Feg. 24, 1955 at the same place had the thickness about 32–35μ and the size of 14–25×9–18μ. The thickness is also thinner in the plants in calm water and in the faded plants in poor nutrient water. On the other hand, thickness of thallus and size of vegetative cells are smaller at the margin and larger near the base (Table 19). Vegetative cells of old plants in cross section are generally higher than broad.

In the present plant there occur both sexual and asexual organs in the different stage, asexual reproduction takes place in the young stage in autumn.

The plant is dioecious. Rarely monoecious plants are found, of which upper (or lower) part is male and lower (or upper) part is female (Pl. XXXVII A). Antheridia and cystocarps are initially formed at the upper margin in the plant 4–5 cm or more high and they gradually extend to the inner part as well as to both lower sides.

Antheridia and cystocarps are divided in the formula already mentioned. The divisions are less in the plants in the early season of growth and in the faded plants in poor nutrient water (cf. Figs. 62, 65). The division of cystocarps (c) is rarely more than 2. Antheridia and cystocarps are nearly equal in the surface size to vegetative cells in the middle part of thallus. But well matured cystocarpic part is thicker than the vegetative part and well matured antheridial part is thicker than the cystocarpic part (Table 19).

Female cells (carpogonia), which show nearly the same figure as vegetative cells in surface view and a spindle shape with short protuberance at both ends in cross section, are found in the inside of the cystocarpic part. The protuberance of female cell does not protrude out of the surface of thallus.

In the late season of growth there are female plants with abortive cells among cystocarps (Fig. 36). The abortive cells are not divided in surface view as well as in cross section, comparatively rich in contents but not provided with protuberance as female cells.

Neutral sporangia are formed in microscopic buds about 0.1–1 mm or more high in early autumn. The buds are 2–16-(rarely 32) seriate about 16μ thick and truncate at the apex owing to the liberation of neutral spores. Cells of the buds are nearly square 9–18μ in diameter. The upper cells transform to neutral sporangia without any division. Neutral sporangia are rich in contents, provided with a massive or short arm stellate chromatophore in the center and produce one spore within.

Buds are uniseriate in the earliest stage. When the cell number of them increases to about 10–20, longitudinal cell division begins to occur. Thus they develop into elongated elliptical leafy buds. The cell number, when longitudinal cell division begins to occur, seems to be less in the unfavourable condition of growth. In the course of growth, buds producing neutral spores are truncate at apex as mentioned above.

Culture experiments of spores

Liberating neutral spores are amoeboid at first and then spherical, 11–16μ diam.. They develop into upright buds of *Porphyra* as found in the sea. The earliest development of neutral spores of the buds collected on Oct. 22 1955 at Sakino in Kesennuma Bay is shown in Fig. 69.

Carpospores develop into a *Conchocelis*-thallus as other species of *Porphyra*. The morphological features and the season of maturation resemble those of *P. tenera*.

Monospores are amoeboid at first and then spherical, (9)–10.5–12.5–(14)μ in diameter, rich in contents and provided with a massive or short arm stellate chromatophore in the center. They develop into upright buds of *Porphyra* as neutral spores. The development of monospores cultured on Sept. 19, 1955 is figured in Figs. 70, 71. The germlings formed neutral spores 10 days after the settling.

Ecological observation

The present plant does not occur in Matsushima Bay. It grows much in Kesennuma Bay situated about 70 km north of Matsushima Bay. It grows on rocks or mussels, but not on other algae and it is cultivated on "hibi" spread in early to late September. The observations on the growth and reproduction were made in 1954–'55 (Oct. 15, Nov. 27, Feb. 24 and May 10) at Sakino near the open sea of the Bay with the plants on natural substrata and on "hibi". There the present plant grows dominantly on "hibi". Rarely *P. pseudolinearis* and *P. yezoensis* mingles among the plant. The plants on "hibi", which were spread on Sept. 18, 1954 there and transferred to Matsushima Bay on Oct. 20, were also observed once or twice every month.

The present plant appears on "hibi" from early to middle October in small size just visible to the naked eye. According to the "hibi" spread before and after September 20th, the plants grow 0.1–1 cm in length and 0.5–1.5 mm in breadth after about one month, 10–20–(30) cm and 1–3 cm after two months and 20–30 cm and 2–4 cm after three months. They most luxuriate in December to February and mostly disappear in May.

Asexual reproduction takes place in September to late October or perhaps early November in the microscopic stage 0.1–1 mm high. Buds more than 1 mm high does not form neutral spores even in the asexual reproductive season and also after the season buds of aforesaid size does not form neutral spores. The asexual reproduction seems to be more active in the earlier season. On Oct. 15, 1954 at Sakino, buds with neutral spores were about 100–900μ high and 4–16 seriate, while on Oct. 22, 1955 at the same place the buds were about 300–900 μ high and the buds less than about 300 μ high (about 10 seriate) hardly produced the spores and did not show a truncate apex. In both observations there were a number of sterile buds more than 1 mm high and with a truncate apex indicating the formation of neutral spores in their smaller stages.

After the discontinuance of asexual reproduction, buds having formed neutral spores or none begin to form sexual reproductive organs in the height of 4–5 cm or more from late October or early November. The sexual organs continue to be formed until the end season of growth. Asexual reproduction does not occur again.

Discussion

The present plant is characterized by its narrower shape, dioecious character, the formulas of division of antheridia and cystocarps, a/4, b/2–4, c/8 and a/2, b/1–2, c/2 respectively, and others. The vegetative organs and the asexual reproduction closely resemble those of *P. tenera*. It is difficult to morphologically separate male plants of the present plant from those of *P. tenera* owing to the resemblance of vegetative and reproductive organs.

The present plant well agrees with *P. angusta* Okam. and Ueda described by Ueda (1932) and by Tanaka (1952), although there are found somewhat morphological variations.

The number of cells of uniseriate buds, when the longitudinal cell division begins to occur, is mentioned to be 28–30 by Suto (1950) under the name of Form 7 of *P. tenera* and 6–40 by the same author (1957). It seems to vary according to the condition of growth as mentioned already.

The life cycle is summarized as follows (Figs. 72, 73).

The present plant in Kesennuma Bay appears from early or middle October in small size just visible to the naked eye, luxuriates in December to February and disappears in late May. It multiplies repeatedly by the production of neutral spores in the early microscopic stage in September to early November. After the asexual reproduction discontinues, plants begin to form sexual reproductive organs to form carpospores in the height of 4–5 cm or more from late October or early November to the end season of growth.

Carpospores develop into *Conchocelis*-thallus in shells. The thallus produces monospores which are the origin of leafy thallus of *Porphyra* in the next season of growth.

The asexual reproduction is also described by Suto (1957), although he described that there was no formation of neutral spores in 1950.

The season of monospore liberation at Kesennuma, judging from the experiment of water temperature associated with the maturation of the *Conchocelis*-thallus by Kurogi and Akiyama (unpublished), appears to be September to early November or later,.

Summary and discussion

Five species of *Porphyra* cultivated not only mixed with one another but exclusively are recognized along the north Pacific coast of Honshu, Japan. Morphological and ecological features and culture experiments of the four species, *P. tenera*, *P. kuniedai*, *P. yezoensis* and *P. angusta* are described in the present paper. The former three were studied in Matsushima Bay and the other in Kesennuma Bay. Historical reviews of the systematic study of cultivated *Porphyra* and of the study of asexual reproduction of *Porphyra* are added.

The morphological and ecological features of the four species are summarized in Table 20 and Fig. 73.

The shape, although there are wide variations in each, is narrower in both *P. tenera* and *P. angusta*, broader in *P. yezoensis* and round in *P. kuniedai*. The colour is somber in *P. kuniedai*.

The plant is androdioecious in *P. tenera*, monoecious in *P. kuniedai* and *P. yezoensis* and dioecious in *P. angusta*. Male areas of the dioecious plant of *P. tenera* form stripes along both side margins and those of *P. kuniedai* and *P. yezoensis* form a number of stripes intercalarily inside. The intercalary stripes are clearer in *P. yezoensis* than in *P. kuniedai*.

It is difficult to find differences in the shape and size of vegetative cells and in the thickness of thallus except that well grown plants of *P. yezoensis* is thicker and the cells higher than broad in cross section. The size of vegetative cells and the thickness of thallus varies according to age and to part of thallus. Basal cells with rhizoids also resemble each other.

Divisions of antheridia and cystocarps in surface view also resemble one another, although somewhat less in *P. kuniedai*. The division of antheridia in cross section is more in *P. yezoensis*, *P. angusta* and male plant of *P. tenera*. The division of cystocarps in cross section is also somewhat more in *P. yezoensis*. The degree of divisions of antheridia and cystocarps varies according to age and to the environment of growth.

The occurence of both asexual and sexual reproductive organs in the same thallus is seen in *P. kuniedai* and *P. yezoensis*. The season of the occurence is short in *P. kuniedai* and long in *P. yezoensis*. Intercalary male stripes do not occur in *P. kuniedai* with both asexual and sexual reproductive organs, while they are seen in the plant of *P. yezoensis*, although they are sometimes obscure and not so clear as in sexual plants.

Macroscopic buds are generally long and mostly truncate at the apex in *P. tenera* and *P. angusta*, elliptical or elongated in *P. yezoensis* and ovate or round and concave in *P. kuniedai*.

The cell number of uniseriate buds, when the longitudinal cell division begins to occur, is the smallest in *P. kuniedai*, next in *P. yezoensis* and the most in *P. tenera* and *P. angusta*. But there seems to be comparatively wide variations according to the condition of growth.

Asexual reproduction takes place in the young stage of all species. The size of the asexual plant producing neutral spores is microscopic in *P. tenera* and *P. angusta* but it is macroscopic in *P. kuniedai* and *P. yezoensis*.

The period of growth is short in *P. tenera* and *P. angusta*, long in *P. yezoensis* and the longest in *P. kuniedai*. Asexual reproduction takes place in early autumn in *P. tenera* and *P. angusta*, in autumn to winter in *P. yezoensis* and in both autumn and spring to summer in *P. kuniedai*. The periods of growth are closely related with the periods of asexual reproduction.

Patch of *Conchocelis* is smaller and reddish in *P. kuniedai* than the other species. Branching and diameter of filaments, monosporangia and monospores well resemble one another. The monospores are generally smaller than the carpospores and neutral spores.

The period of monospore liberation of *Conchocelis* is short in *P. tenera*, while long in *P. yezoensis*. In *P. kuniedai* there ramains an unsettled question, although the liberation in autumn appears to resemble that of *P. tenera*. The period of *P. angusta* seems to resemble also that of *P. tenera*, but both species differ in growing place.

From outer appearance the four species are separated from one another by the following key.

Plant monoecious, male area forming stripes intercalarily.

1) Plant round ..... *P. kuniedai*
2) Plant elongated elliptical to ovate ..... *P. yezoensis*

Plant androdioecious, elongated elliptical to elliptical, monoecious plant forming marginal

stripes ..... *P. tenera*
III Plant dioecious, linear to elliptical ..... *P. angusta*

From life-cycle the four species are separated as follows, the life-cycle of *P. pseudolinearis* is added here.

I Plant passing the summer in the *Conchocelis*-phase only.
1) asexual reproduction occurs.
a) asexual reproduction takes place in the young microscopic stage in early autumn ..... *P. tenera*
P. angusta
b) asexual reproduction takes place in the young macroscopic stage in autumn to winter ..... *P. yezoensis*
2) asexual reproduction not found ..... *P. pseudolinearis*
II Plant passing the summer in the figure of *Conchocelis* as well as sometimes in the figure of leafy thallus (summer plant) producing neutral spores. Asexual reproduction takes place in autumn and spring to summer ..... *P. kuniedai*

From the standpoint of cultivation of the four species, the seeding (spreading of "hibi") season and the picking season of each differ according to their ecological features. Dominant species of cultivated *Porphyra* differ according to the spreading season of "hibi" in the water where two or more species occur (Table 22). *P. pseudolinearis* is of the earliest occurence. *P. kuniedai* is also the same as in the case in the water where the summer plants continue to grow until autumn. *P. tenera* (or *P. angusta*) is next. *P. kuniedai* and *P. yezoensis* are of the latest occurence. The picking season is the shortest in *P. pseudolinearis* and next in *P. tenera* and *P. angusta* and long in *P. kuniedai* and *P. yezoensis* (Table 21). The differences of the spreading season and of picking season seem to be closely connected with the maturation of *Conchocelis*-thallus as well as the asexual reproduction of leafy thallus. Among the concerned features, the size of asexual plant, that to say the number of days required to produce neutral spores after settling of spores is also closely related to the competition of each species. *P. tenera* and *P. angusta* may begin to produce neutral spores 7–10 days after the settling of spores, while *P. kuniedai* and *P. yezoensis* begin to produce the spores 20–30 or more days after.

Explanation of Plates

Plate I 海苔養殖場と海苔簀 A *Porphyra*-cultivation area in Matsushima Bay, B net "hibi" ade of coir-yarn, C,D bamboo blind "hibi", E bamboo brush "hibi"(old-time cultivation method).

Plate II アサクサノリ *P. tenera*, sexual plants on bamboo stakes near the open sea. A, B, monoecious plants, C male plants. ×3/5.
A–C Dec. 7, 1956 at Koma-jima, D Dec. 15 1951 at Wanigafuchi-suido.

Plate III アサクサノリ *P. tenera*, sexual plants on "hibi" at Shiogama in the inner part Matsushima Bay. ×3/5.

A Nov. 10, 1951 from "hibi" spread on Sept. 18, B Dec. 19, 1951 from "hibi" spread on Oct. 4, Jan. 16, 1952 from "hibi" spread on Oct. 16.

Plate IV アサクサノリ *P. tenera*, different stages on "hibi" spread on Sept. 18, 1951 at hiogama. A one month after, B 36 days (Oct. 24), C 48 days (Nov. 5). A, B ×3/5, C ×2/5.

Plate V アサクサノリ *P. tenera*, A, B abnormal monoecious plants of which lower (or pper) part male and upper (or lower) part monoecious collected on Nov. 12 and 27, 1951 from "hibi" pread on Sept. 18 and Oct. 3. C–E different stages on "hibi" spread on Oct. 3, 1951 at Shiogama, 38 days after (Nov. 10), D 55 days (Nov. 27), E two months (Dec. 3). A–C ×3/5, D–E ×2/5.

Plate VI アサクサノリの栄養器官 *P. tenera*, vegetative organs. A, B vegetative cells in ie middle part of thallus in surface view(A) and cross section (B), C, D basal cells with rhizoids in ie upper (C) and lower (D) part of the base, E, F shapes of the base. A,B ×330, C,D ×170, E,F 35.

Plate VII アサクサノリの有性生殖器官 *P. tenera*, sexual reproductive organs. A–C margin f thallus, showing antheridial and cystocarpic area in the upper (A), middle (B) and lower (C) parts f thallus, D,E antheridia, F,G cystocarps. D,F surface view, E,G cross section. A–C ×33,)–G ×330.

Plate VIII アサクサノリ *P. tenera*, A buds on "hibi", B,C buds producing neutral spores,) vegetative cells with poor contents of faded plant in colour, E basal holdfast consisting of rhizoids, ? a number of intercalary small antheridial patches in cystocarpic area. A ×125, B ×170, C ×260,) ×330, E ×84, F ×36.
A–C Oct. 18, 1952 at Miyako-jima, D Feb. 4, 1952 at Miyato-jima, E Jan. 16, 1956 at Ishi-ama, F Jan. 28, 1956 at Shiogama, transferred from Tatamiishi-ura.

Plate IX マルバアサクサノリ *P. kuniedai*, sexual plants. ×3/5.
A Dec. 24, 1952 at Ishihama, B Dec. 25, 1953 at the same, C Dec. 23, 1953 at Yachihama,) Dec.2, 1953 at the same.

Plate X マルバアサクサノリ *P. kuniedai*, sexual plants. ×3/5.
A Jan. 16, 1954, B Dec. 25, 1953 at Ishihama.

Plate XI マルバアサクサノリ *P. kuniedai*, A plantlets in winter, B-F young sexual plants, showing initial formation of male and female areas, G the same having short male patches. ×3/5.
A Jan, 6, 1954, B–E, G Dec. 2, 1953, F Oct. 23, 1953 at Yachihama.

Plate XII マルバアサクサノリ *P. kuniedai*, asexual plants producing neutral spores in autumn. A, C–E ×3/5, B ×1.
A Sept. 22, 1953 at Yachihama, B Sept. 22, 1953 at Yogasaki, C Nov. 5, 1953 at Ishihama, D Oct. 19, 1953 at Yachihama, E Oct. 25, 1952 at Miyako-jima.

Plate XIII マルバアサクサノリ *P. kuniedai*, young sterile and asexual plants in spring. A,C sterile plantlets, B,D asexual plants, showing initial formation of neutral sporangia. A,B Apr. 19, 1954 at Yachihama, C,D newly appearing plants in spring, May 18,1954 at the same locality. ×3/5.

Plate XIV マルバアサクサノリ *P. kuniedai*, old asexual plants producing neutral spores in spring. ×3/5.
Apr. 2, 1954 at Ishihama.

Plate XV マルバアサクサノリ *P. kuniedai*, asexual plants producing neutral spores in

spring to summer. A ×1, B–K ×3/5.

A June 15, 1953 at Katsurajima, B Aug. 13, 1953 at Ishihama, C July 17, 1954 at Shiogama, D, E June 16, 1954 at Yachihama, F, G May 18, 1954 at Yachihama, H May 8, 1954 at Yogasaki, I June 5, 1954 at Yogasaki, K May 8, 1954 at Yachihama.

Plate XVI　マルバアサクサノリの栄養器官　*P. kuniedai*, vegetative organs. A vegetative cells in the middle part of thallus, B the same with poor contents of faded plant, C,D basal cells with rhizoids in the upper (C) and lower (D) portion of the base, E,F longitudinal section of the base in its upper (E) and lower (F) portion. A ×330, B,E,F ×310, C,D ×170

Plate XVII　マルバアサクサノリの有性生殖器官　*P. kuniedai*, sexual reproductive organs. A-C antheridial and cystocarpic areas in the upper (A), middle (B) and lower (C) part of thallus, D antheridia, E cystocarps, F cystocarpic area mixed with poor content cells of faded plant. A ×80, B, C ×35, D–F ×310.

Plate XVIII　マルバアサクサノリの有性・無性生殖器官の混在　*P. kuniedai*, mixture of asexual and sexual reproductive organs. A,C antheridial area mixed with neutral sporangia in *na(n)* plant, B neutral sporangial area of the same plant, D mixing of cystocarps (larger, dark coloured) antheridia and neutral sporangia (small, light coloured) in *nac* plant, E,F cystocarpic area mixed with antheridia in *ca(n)* plant. A, B ×150, C, D, F ×310, E ×80.

Plate XIX　マルバアサクサノリの無性体の栄養細胞と中性胞子嚢　*P. kuniedai*, vegetative cells and neutral sporangia of asexual plant. A neutral sporangia and liberation of spores, B grouping neutral sporangia, C, D vegetative cells in the middle (C) and marginal (D) part, E basal cells, F rhizoids of basal cells. ×310.

Plate XX　マルバアサクサノリ　*P. kuniedai*, A,B germlings of neutral spores in the culture of May 24, 1955, A three days old, B ten days, C monosporangial branches of *Conchocelis*-thallus, on Sept. 7 in the culture of Feb. 15, 1955, D femall cell connected with spermatium. A,D ×310, B,C ×150.

Plate XXI　スサビノリの生育地（畳石浦と畳石鼻）　Habitat of *P. yezoensis*. A Tatamiishi-ura, B Tatamiishi-hana, C, D *P. yezoensis* on other algae (mostly *Grateloupia*) and its picking at Tatamiishi-hana on Mar. 20, 1958.

Plate XXII　スサビノリ　*P. yezoensis*, plants on other algae. A asexual plants on *Gloiopeltis furcata*, on Jan. 21, 1952 at Yogasaki, B the same on *Gymnogogrus flabelliformis*, on Mar. 7, 1953 at Tatamiishi-hana, C sexual plants on *Carpopeltis affinis*, on Mar. 20, 1958 at the same locality, D the same on *Myellophycus caespitosus*, on May 27, 1952 at Ishihama-zaki. × 3/5.

Plate XXIII　スサビノリ　*P. yezoensis*, sterile (A–C) and asexual (D-I)plants. ×3/5.

A Mar. 7, 1953 at Tatamiishi-hana, B,F Jan. 22, 1954 at the same, C,E,I Dec. 14, 1953 from "hibi" of Oct. 8 (I) and Oct. 22 (C,E) at Tatamiishi-ura, D Nov. 6, 1953 from "hibi" of Sept. 24 at the same, G Jan. 11, 1954 from "hibi" of Oct. 31 at the same, H Nov. 25, 1953 from "hibi" of Oct. 8 at the same.

Plate XXIV　スサビノリ　*P. yezoensis*, asexual plants. ×3/5.

A–C from "hibi" of culture of monospore of *Conchocelis*-thallus at Shiogama, A Oct. 18, 1955, B Oct. 25, C Dec. 5, secondary plants derived from neutral spores, D Feb. 8, 1954 at Tatamiishi-hana, E Dec. 28, 1953 at the same, F,G Dec. 14, 1953 at Nihonmatsu-hana.

Plate XXV　スサビノリ　*P. yezoensis*, *na* plant with both neutral sporangia and antheridia, male stripes faintly visible to the naked eye. ×3/5.

A Feb. 8, 1954 at Tatamiishi-hana, B Mar. 7, 1953 at the same, C Jan. 28, 1956 from "hibi" of monospore culture of *Conchocelis*-thallus at Shiogama, D Dec. 23, 1955 from the same "hibi".

Plate XXVI　スサビノリ　*P. yezoensis*, *na* plants with both neutral sporangia and antheridia from "hibi" at Tatamiishi-ura. ×3/5.

A,B,F Feb. 28, 1954 from "hibi" of Sept. 24, 11 and Oct. 8 respectively, C Jan 11, 1954 from "hibi" of Oct. 8, D, E Dec. 28, 1958, from "hibi" of Sept. 11 and 24 resepctively, G Dec. 14, 1953 from "hibi" of Sept. 24.

Plate XXVII　スサビノリ　*P. yezoensis*, *na* plants with both neutral sporangia and antheridia on Jan. 21, 1952 at Yogasaki. ×3/5.

Plate XXVIII スサビノリ *P. yezoensis*, sexual plants. A–I plants at high or middle water level, Apr. 2, 1953 at Tatamiishi-hana, J–L plants in the late season of growth, on June 1 (J) and 4 (K) 1953 and May 20, 1954 (L) at the same locality. ×3/5.

Plate XXIX スサビノリ *P. yezoensis*, sexual plants. A–C plants on "hibi", showing many slender male stripes, D,E plants on other algae at low water level. ×3/5.
A Dec. 28, 1953 from "hibi" of Sept. 11 at Tatamiishi-ura, B,C Feb. 8, 1954, from "hibi" of Oct. 1 at the same, D,E Apr. 26, 1954 at Tatamiishi-hana.

Plate XXX スサビノリ *P. yezoensis*, sexual plants. On *Grateloupia* at low water level, on Mar. 20, 1958 at Tatamiishi-hana. ×3/5.

Plate XXXI スサビノリ *P. yezoensis*. A–C the same as Plate XXX, D May 12, 1952 at Yogasaki, E Apr. 23, 1954 at Tatamiishi-hana. ×3/5.

Plate XXXII スサビノリの栄養器官と有性生殖器官 *P. yezoensis*, vegetative and sexual reproductive organs. A antheridial and cystocarpic areas, B antheridia, C cystocarps, D vegetative cells in the middle part of thallus, E the same in the marginal part, F basal cells with rhizoids. A, C–F ×310, B ×460

Plate XXXIII スサビノリの中性胞子嚢と精子嚢の混在 *P. yezoensis*, mixing of neutral sporangia with antheridia in male area of *na* plants. A,B male stripes invisible to the naked eye, C,D slightly visible, E,F visible. A ×150, B,D,F, ×310, C,E ×80.

Plate XXXIV スサビノリの中性胞子嚢・精子嚢・嚢果の混在 *P. yezoensis*, mixture of sexual and asexual reproductive organs. A neutral sporangial area of *na* plant, B,C mixing of neutral sporangia (light coloured) with cystocarps (dark coloured) in female area of *nac* plant, D,E scattered cystocarps in male area of *ca* (sexual) plant, indicating the process of sexualization of reproductive organ. A–C, E ×310, D ×80

Plate XXXV コスヂノリの雌性体 *P. angusta*, female plants at Kesennuma Bay. ×3/5. A–C on rock or mussel, Feb. 24, 1953, D–G on "hibi", Nov. 27, 1954 (E) and Jan. 13, 1959 (D,F,G).

Plate XXXVI コスヂノリの雄性体 *P. angusta*, male plants at Kesennuma Bay. ×3/5. A–C on rock or mussel, Feb. 24, 1953, D–H on "hibi", Feb. 24, 1955 (D, F) and on Jan. 13, 1959 (E,G,H).

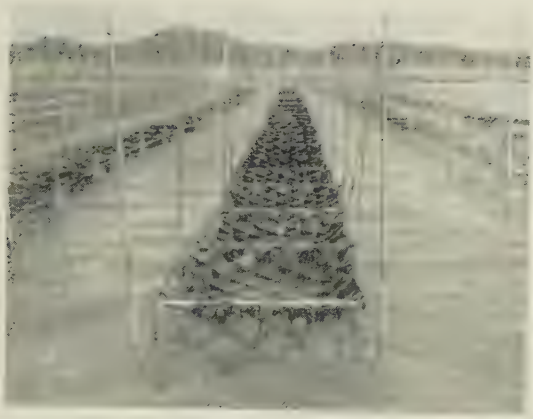
Plate XXXVII コスヂノリ *P. angusta*, A abnormal monoecious plants, Jan. 13, 1959 at Kesennuma Bay, B sterile plantlets with truncate apex, Oct. 22, 1955 at the same. A×3/5, B×1.

Plate XXXVIII コスヂノリ *P. angusta*, A basal cells in surface view, B the same in longitudinal section, C–E liberation of neutral spores of microscopic buds, C–D Oct. 22, 1955 from "hibi" of Sept. 22 at Kesennuma Bay, E obtained from the monospore-culture of *Conchocelis*-thallus of Sept. 19, after 11 days. A ×170, B × 82, C×100, D ×200, E×400

Plate XXXIX コスヂノリの栄養細胞と有性生殖器官 *P. angusta*, A vegetative cells in the middle part of thallus, B antheridia, C cystocarps. ×720.

A

B



C

D

E

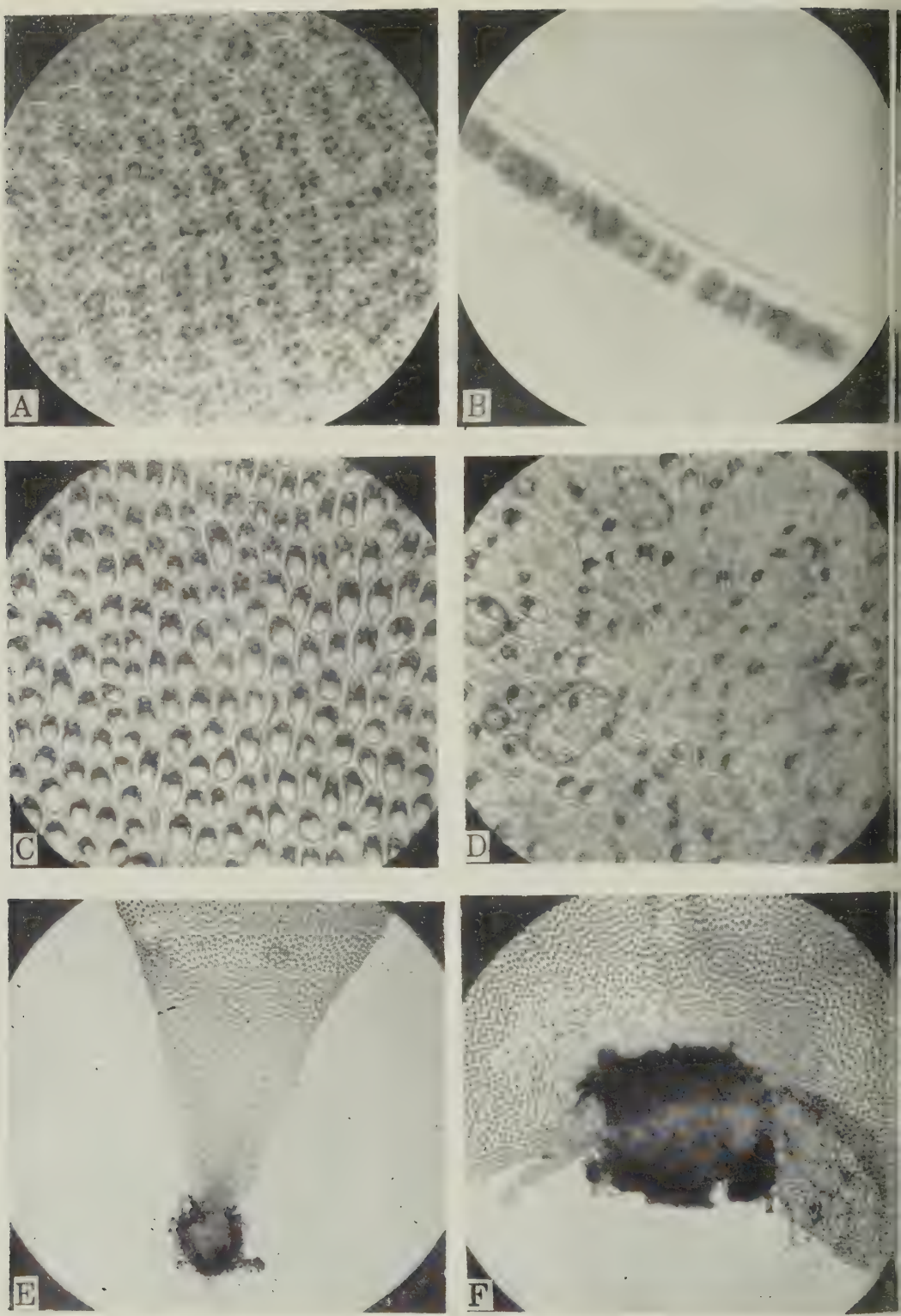
Porphyra-cultivation

P. tenera Kjellm.

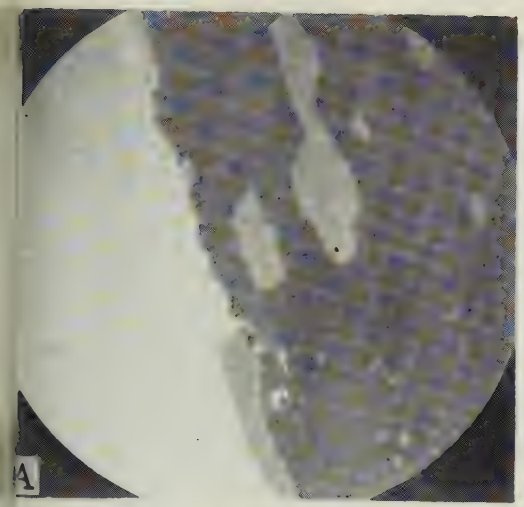
P. tenera Kjellm.

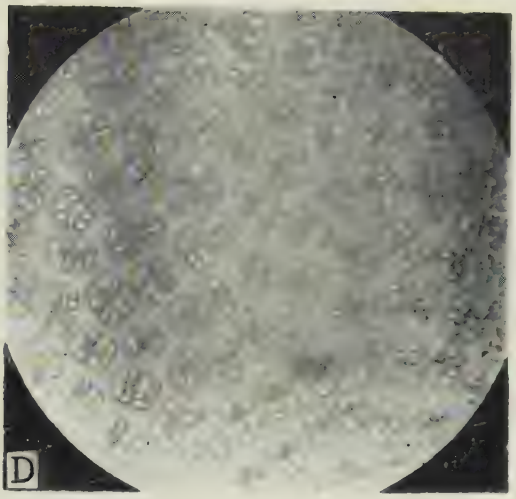
P. tenera Kjellm.

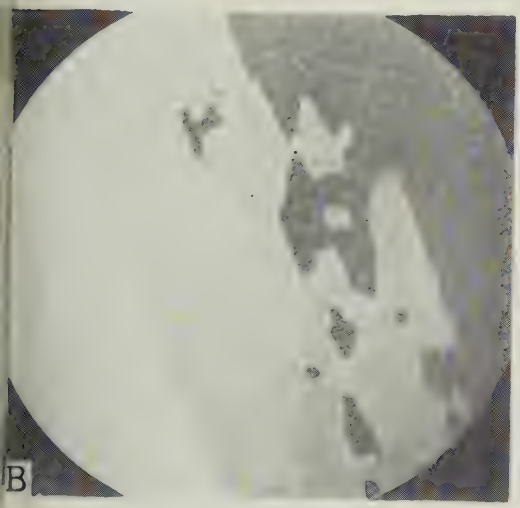
P. tenera Kjellm.



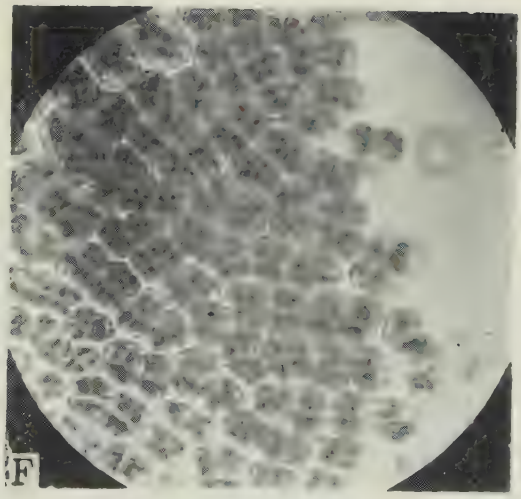
P. tenera Kjellm.

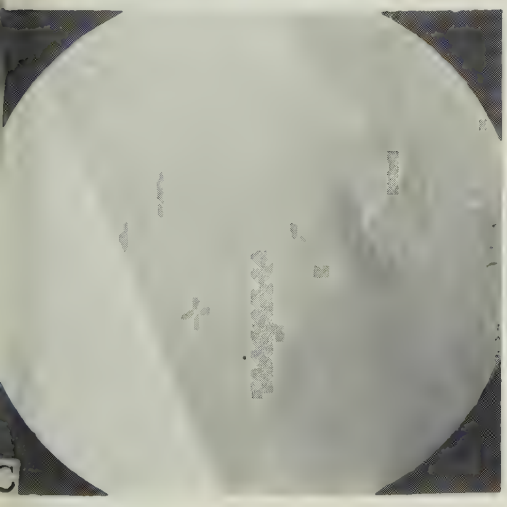






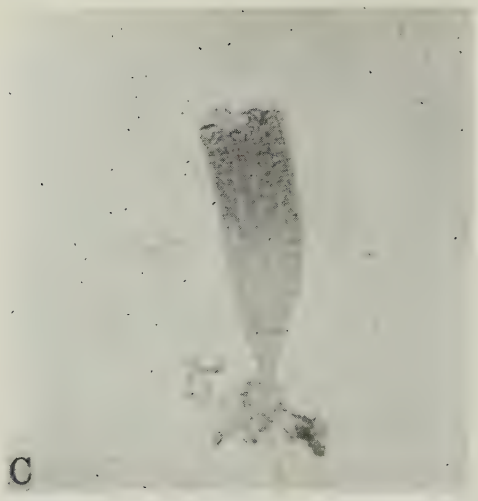
E

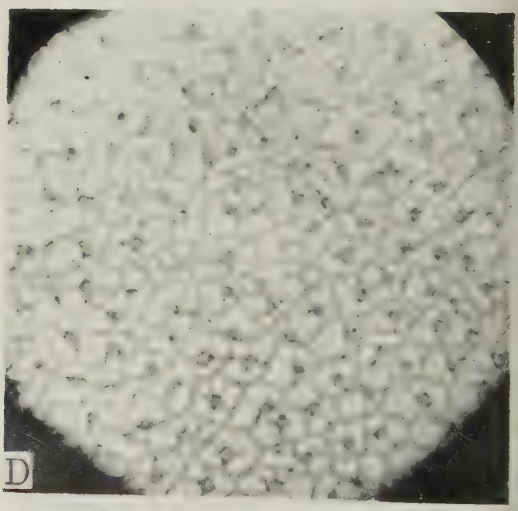


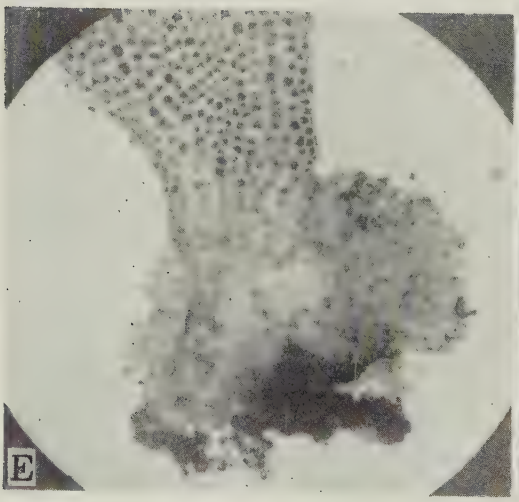


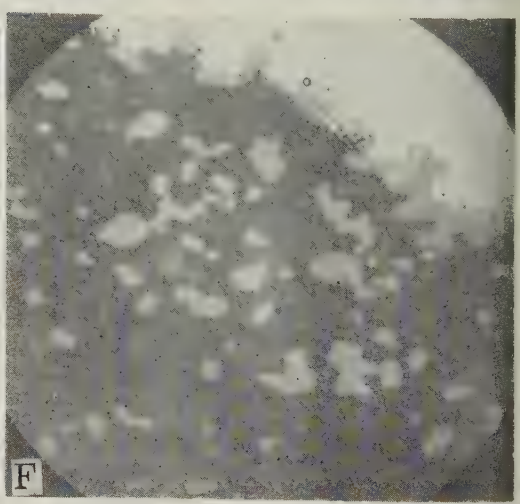
G

P. tenera Kjellm.

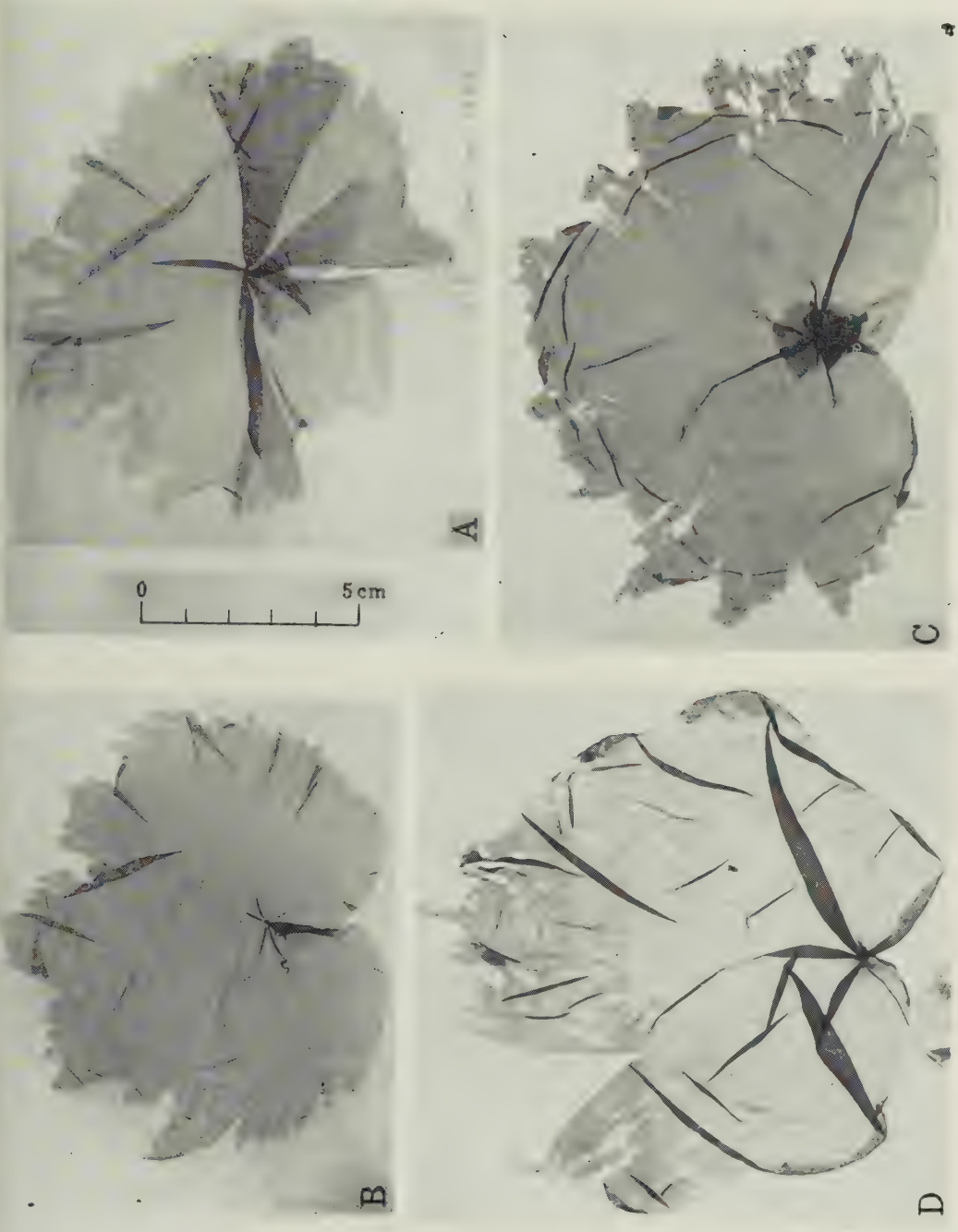








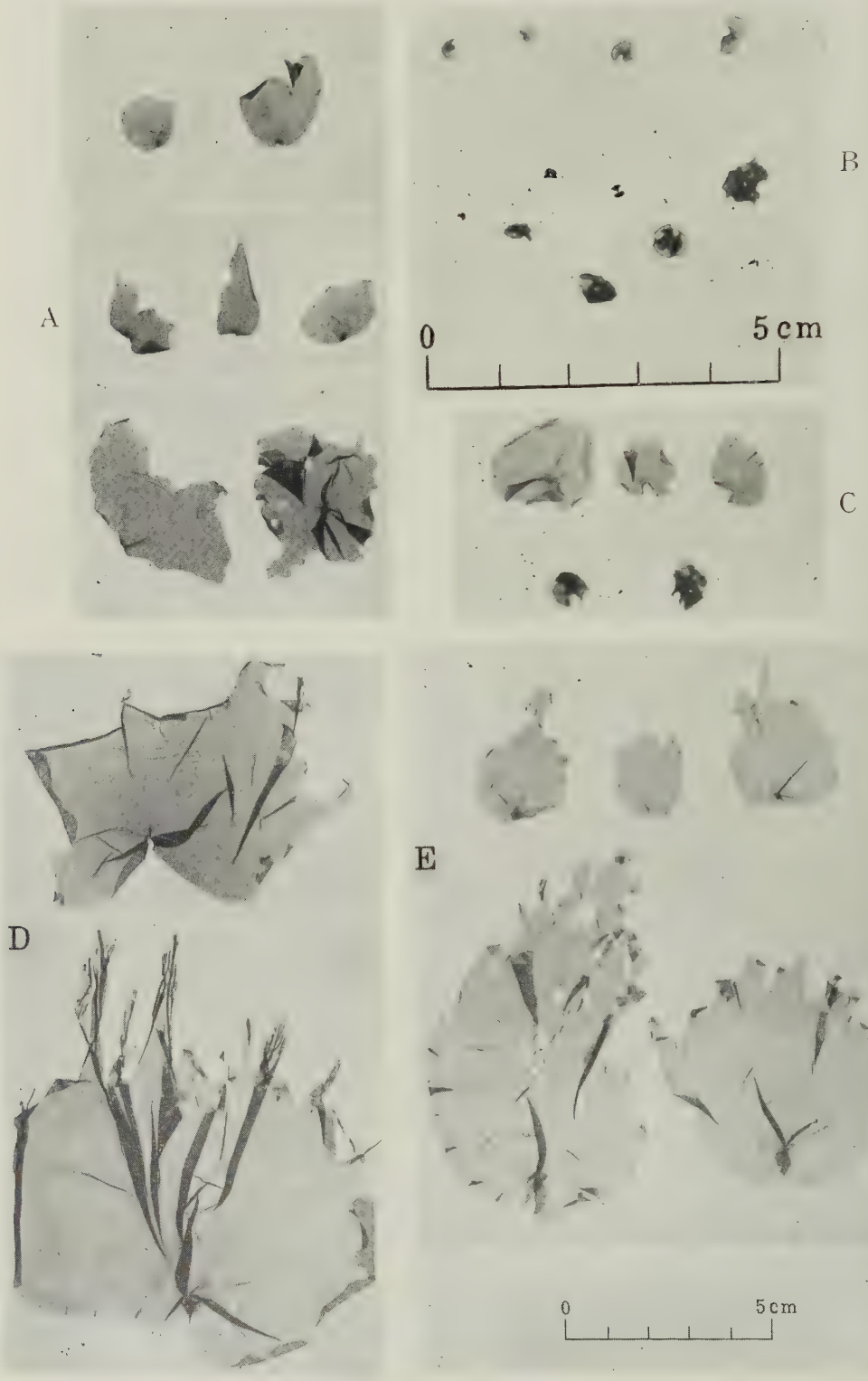
P. tenera Kjellm.



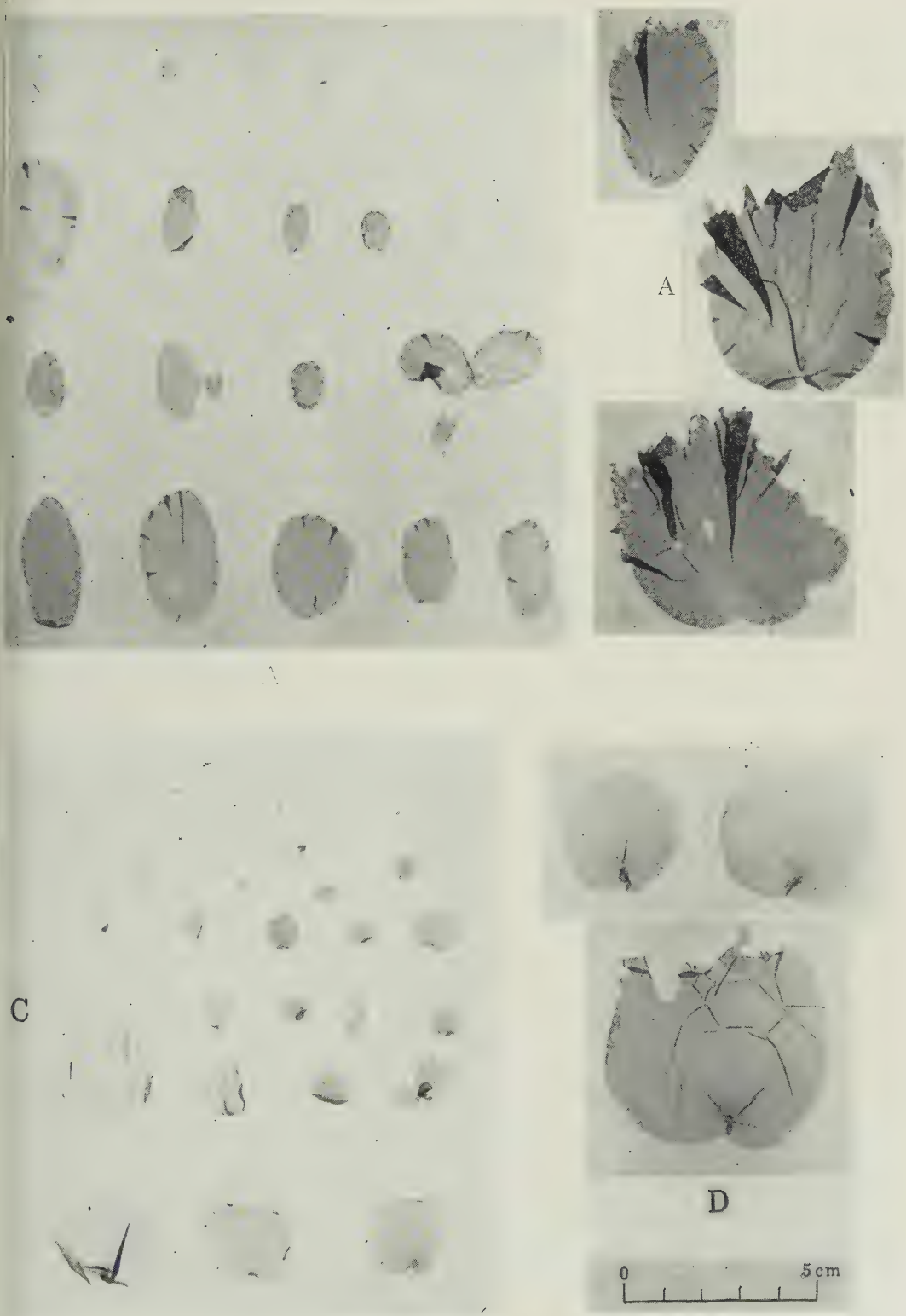
P. kuniedai Kurogi

P. kuniedai Kurogi

P. kuniedai Kurogi

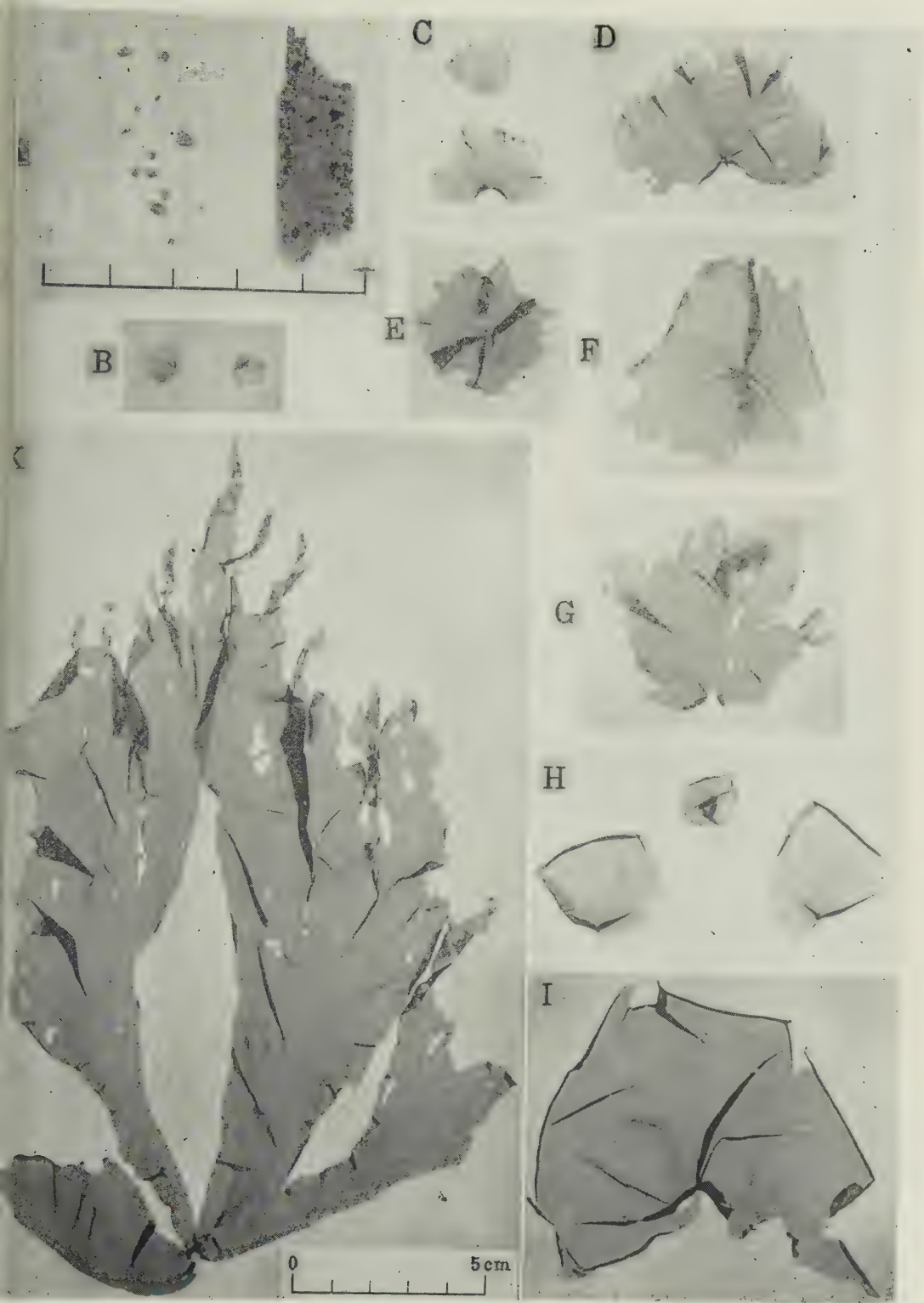


P. kuniedai Kurogi

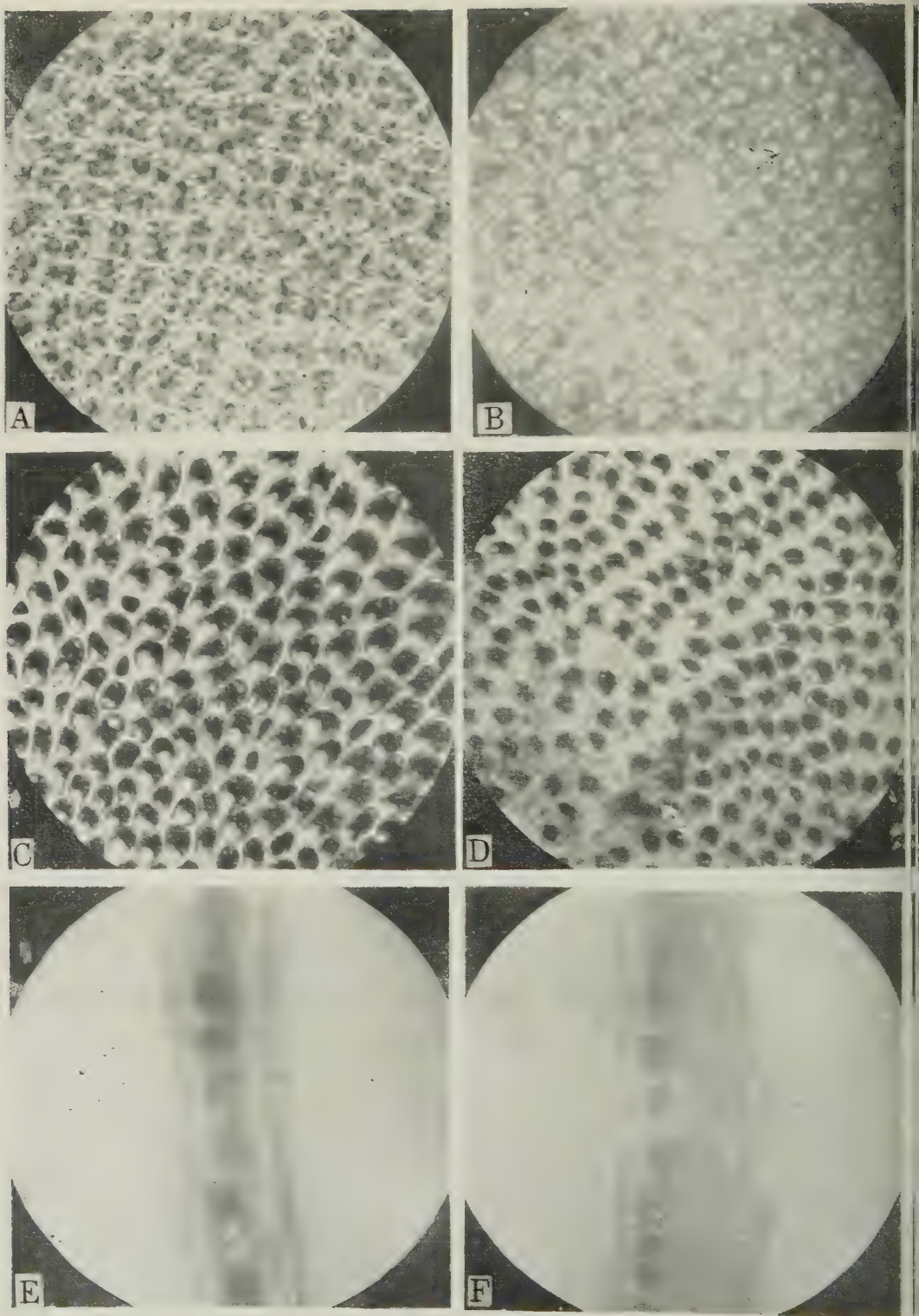


P. kuniedai Kurogi

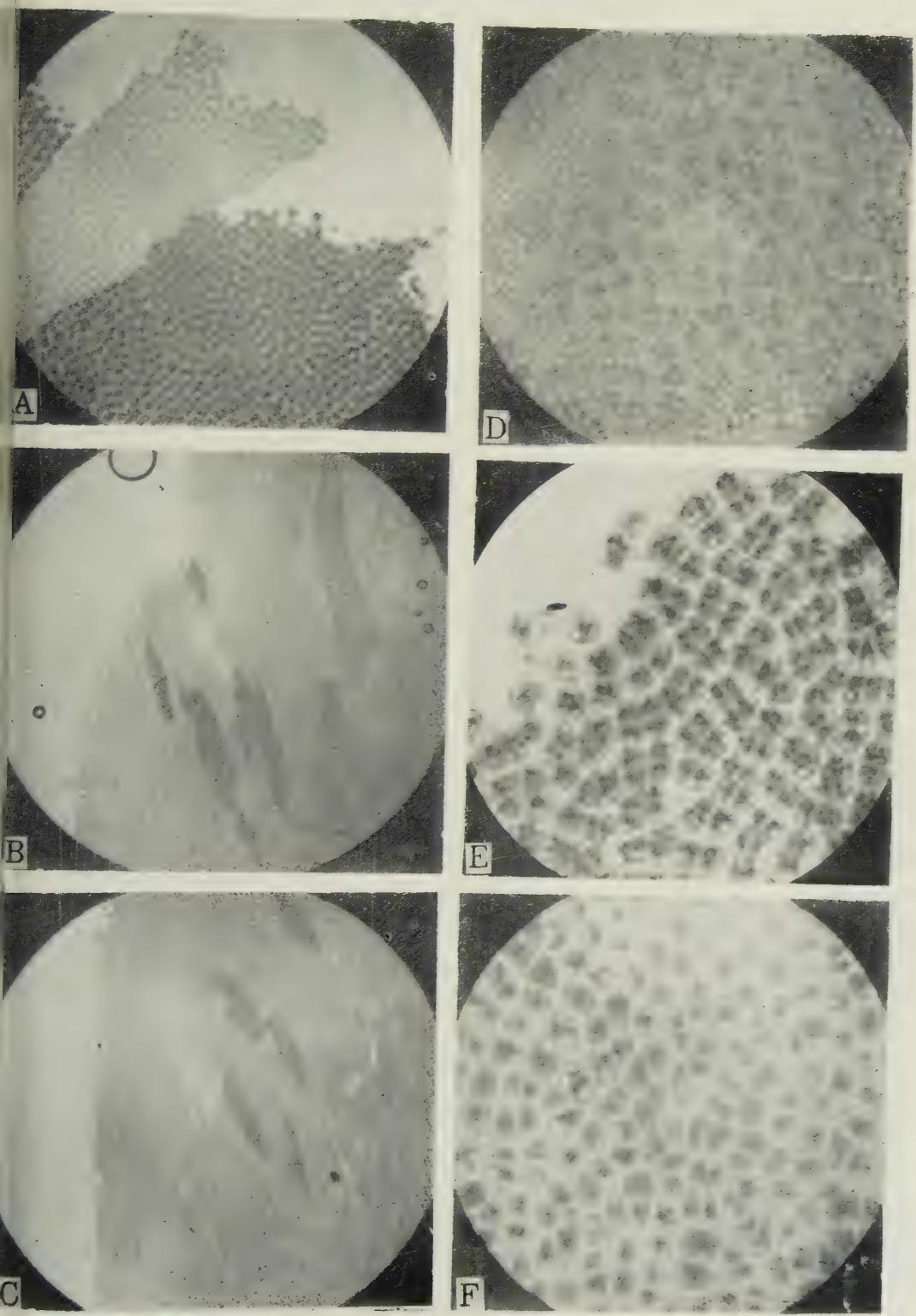
P. kuniedai Kurogi



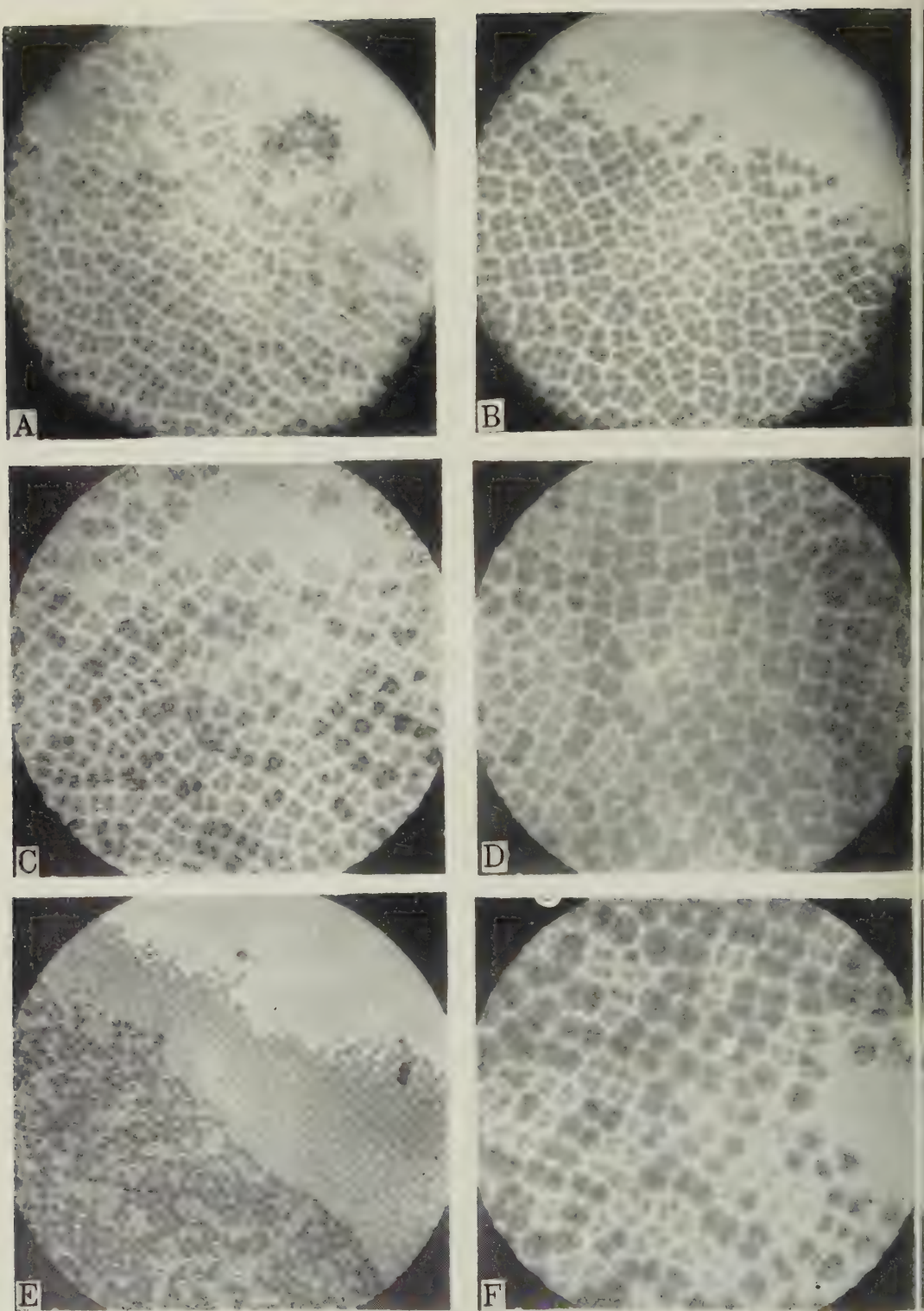
P. kuniedai Kurogi



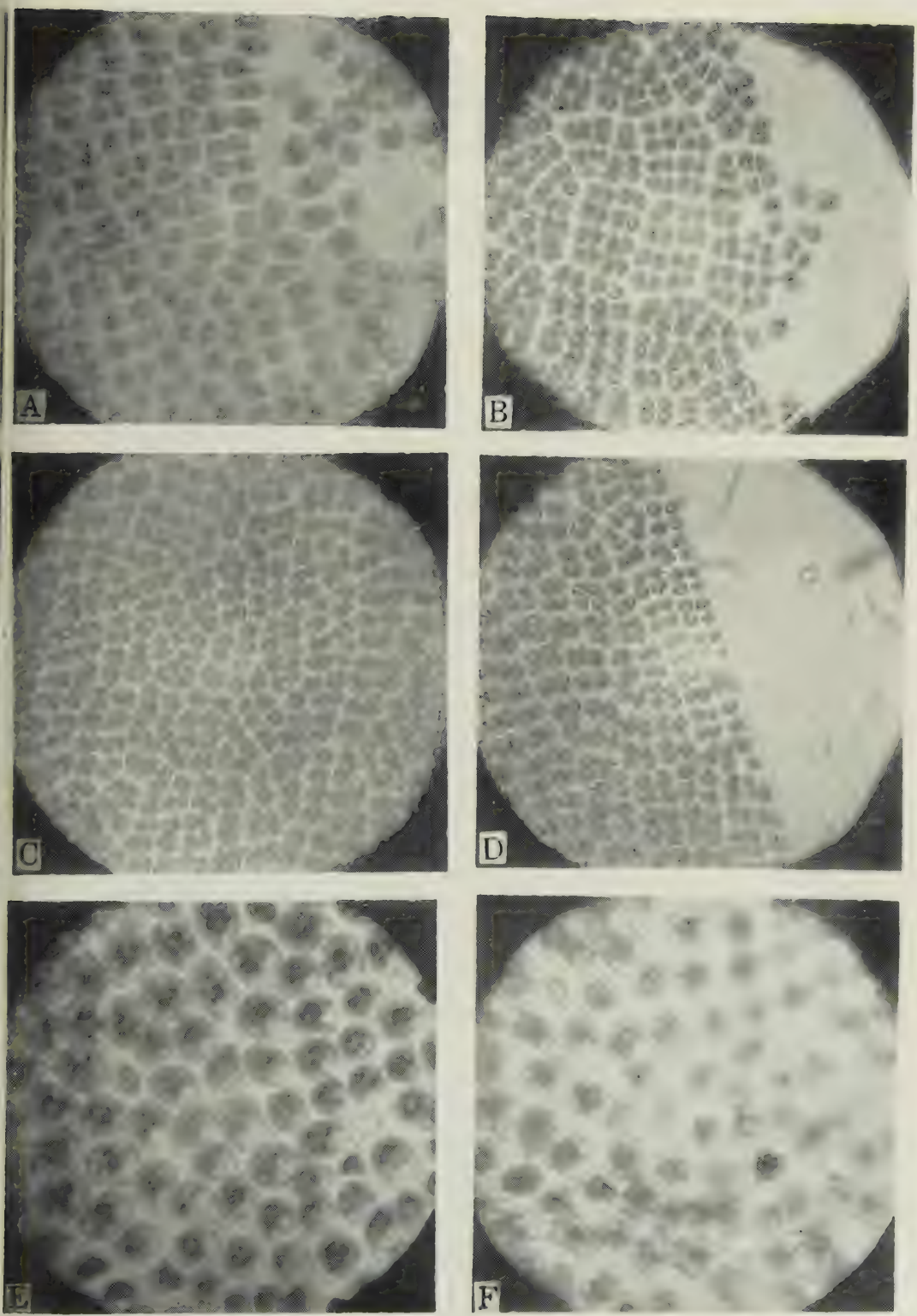
P. kuniedai Kurogi



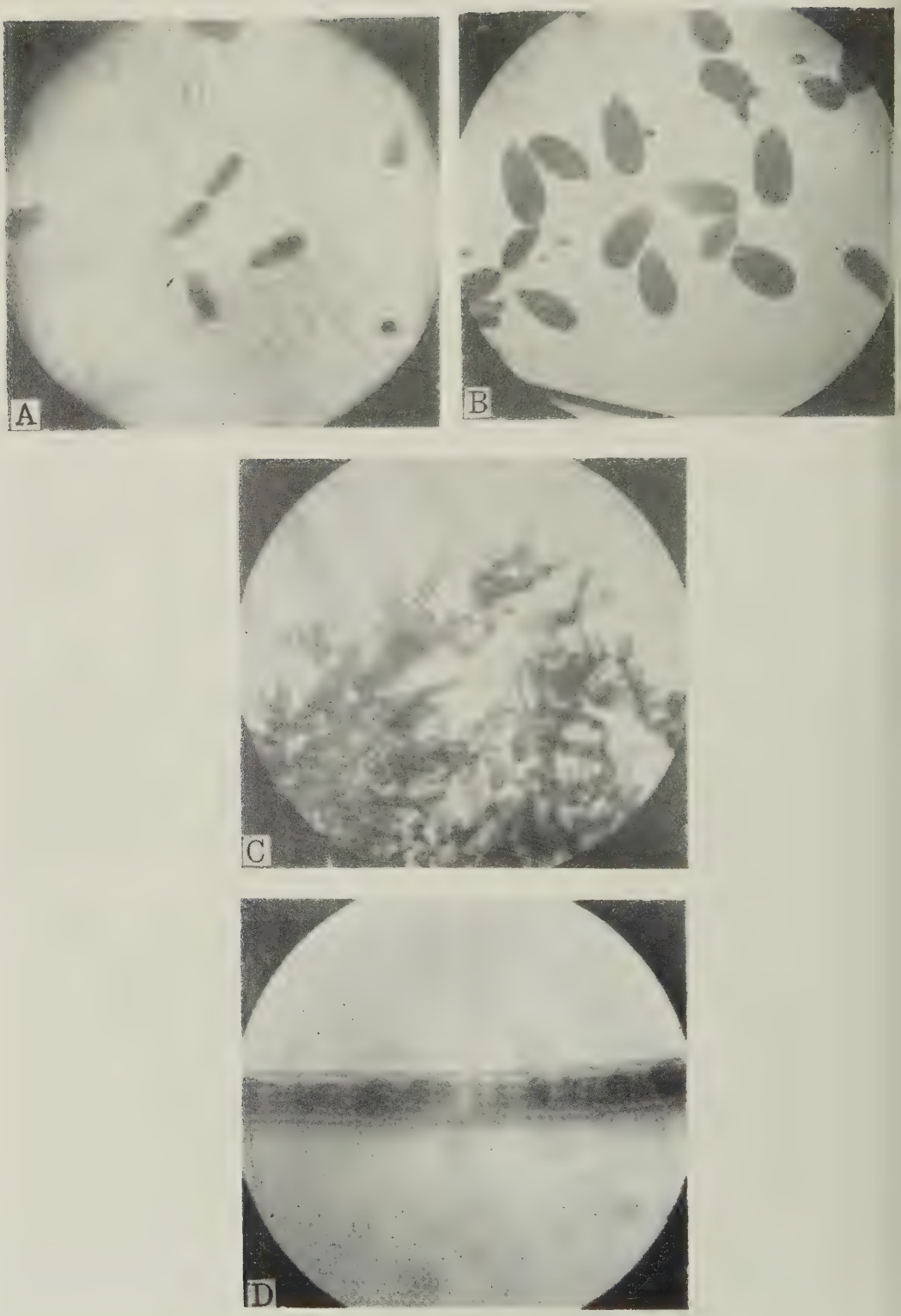
P. kuniedai Kurogi



P. kuniedai Kurogi



P. kuniedai Kurogi



P. kuniedai Kurogi

A

B

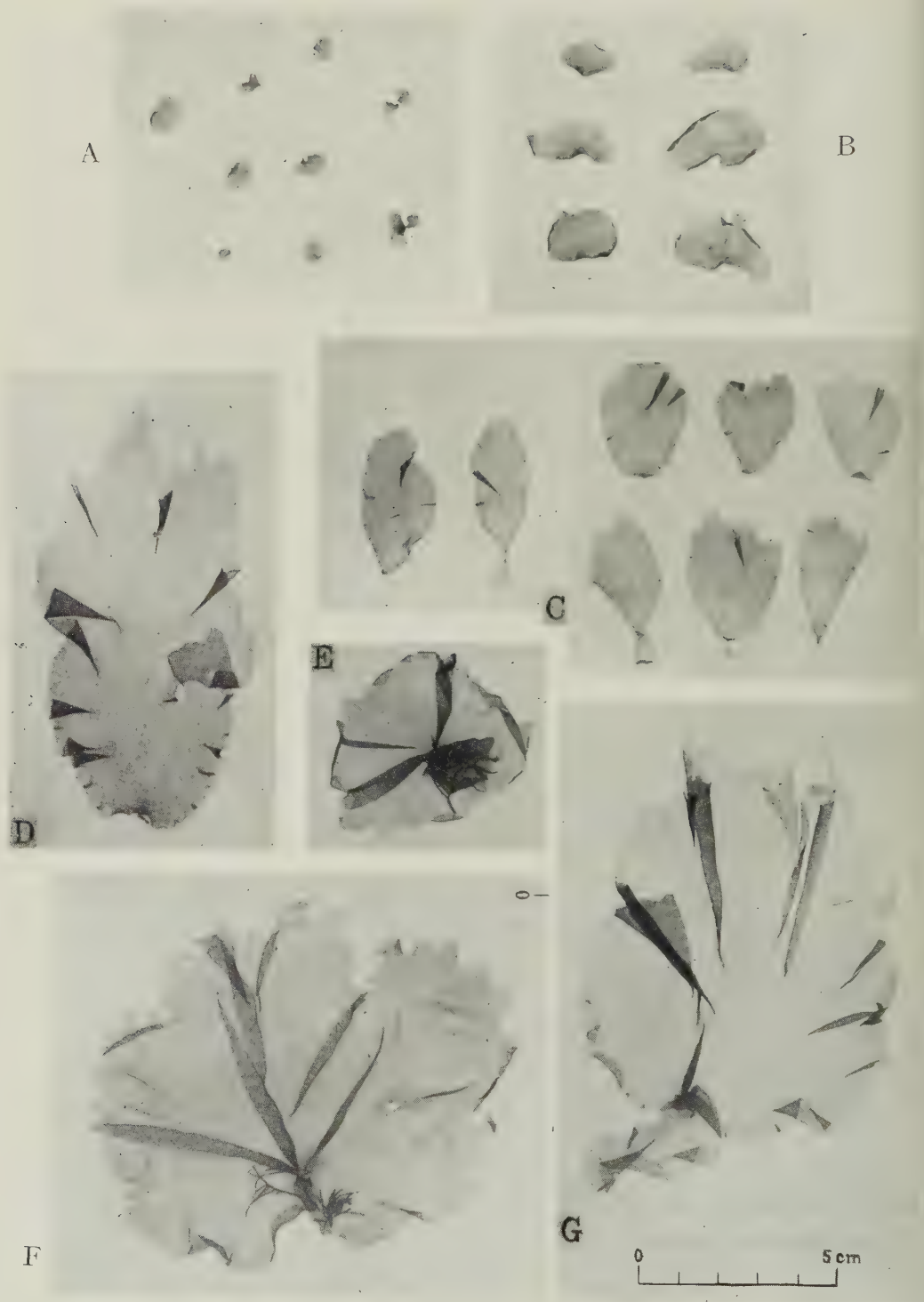
C

D

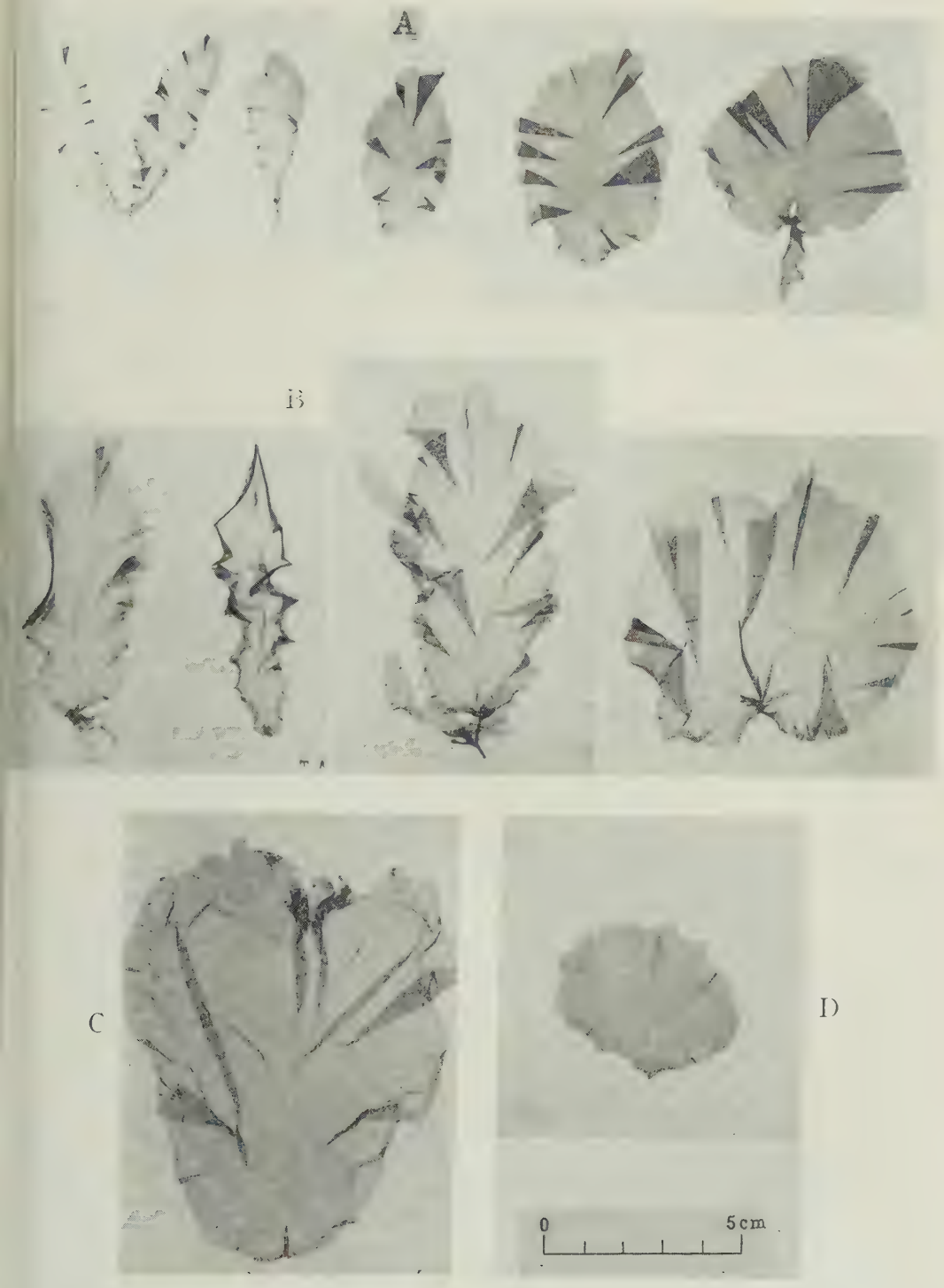
P. yezoensis Ueda

P. angusta Okam. et Ueda

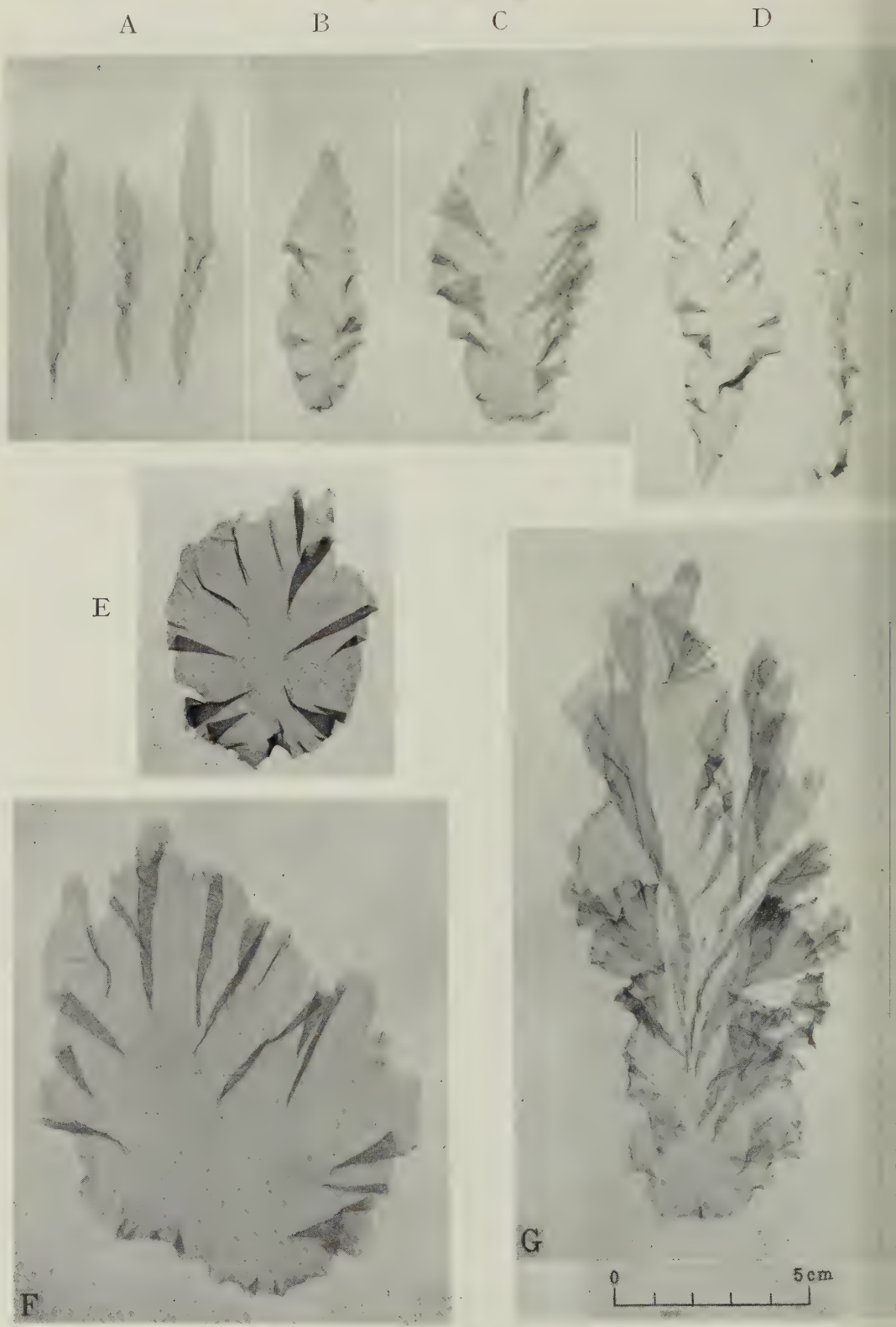
P. angusta Okam. et Ueda



P. yezoensis Ueda

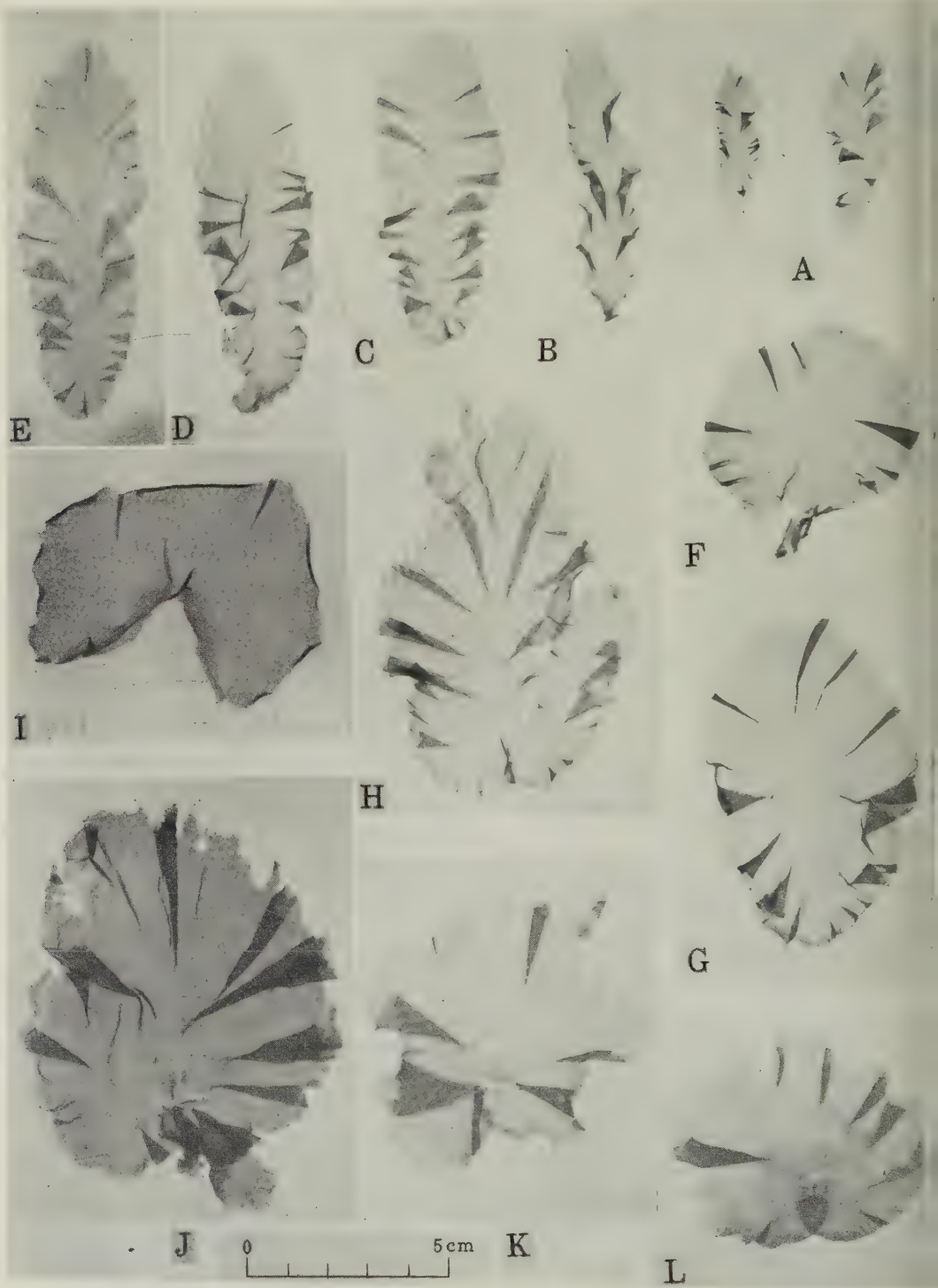


P. yezoensis Ueda



P. yezoensis Ueda

P. yezoensis Ueda

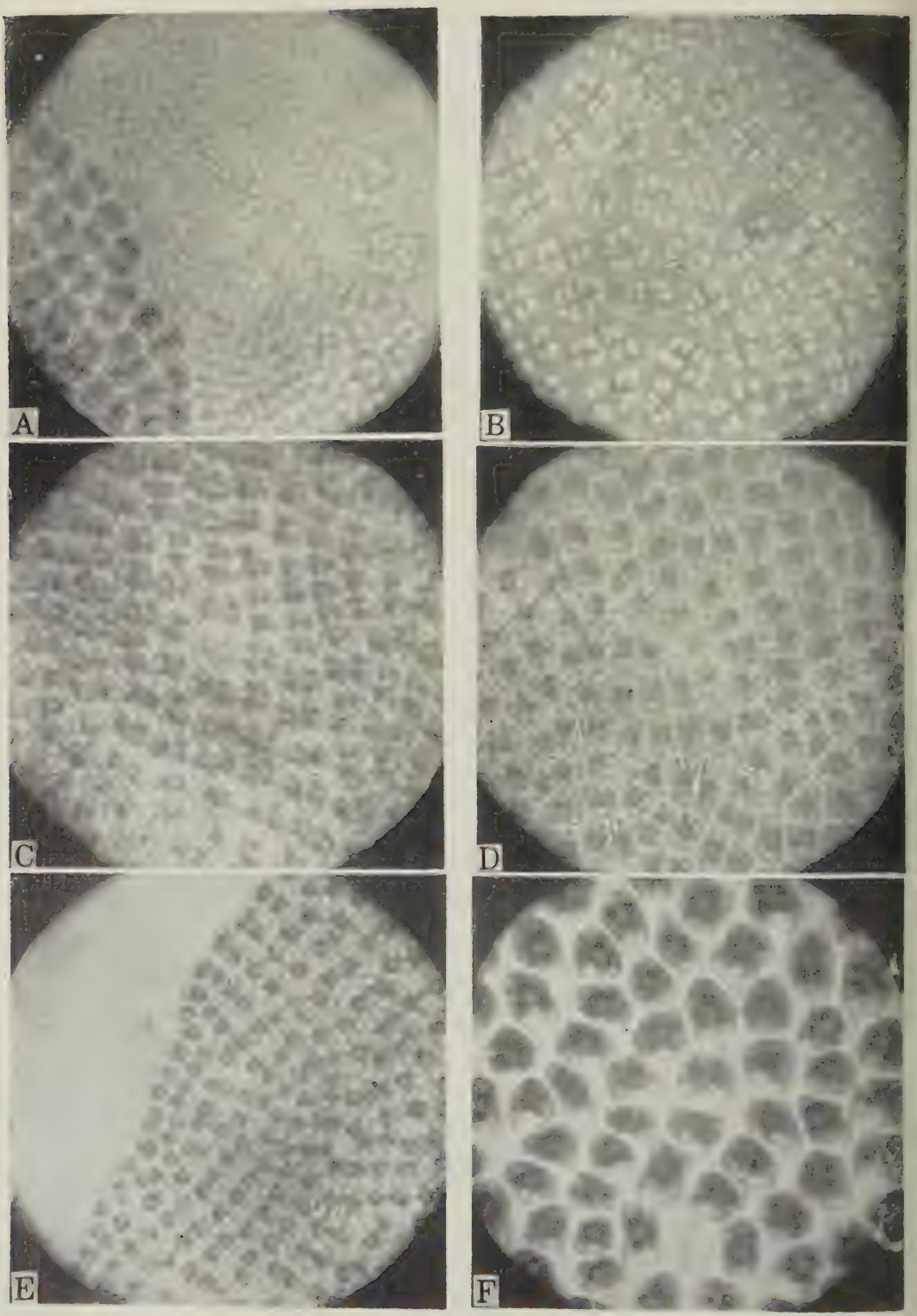


P. yezoensis Ueda

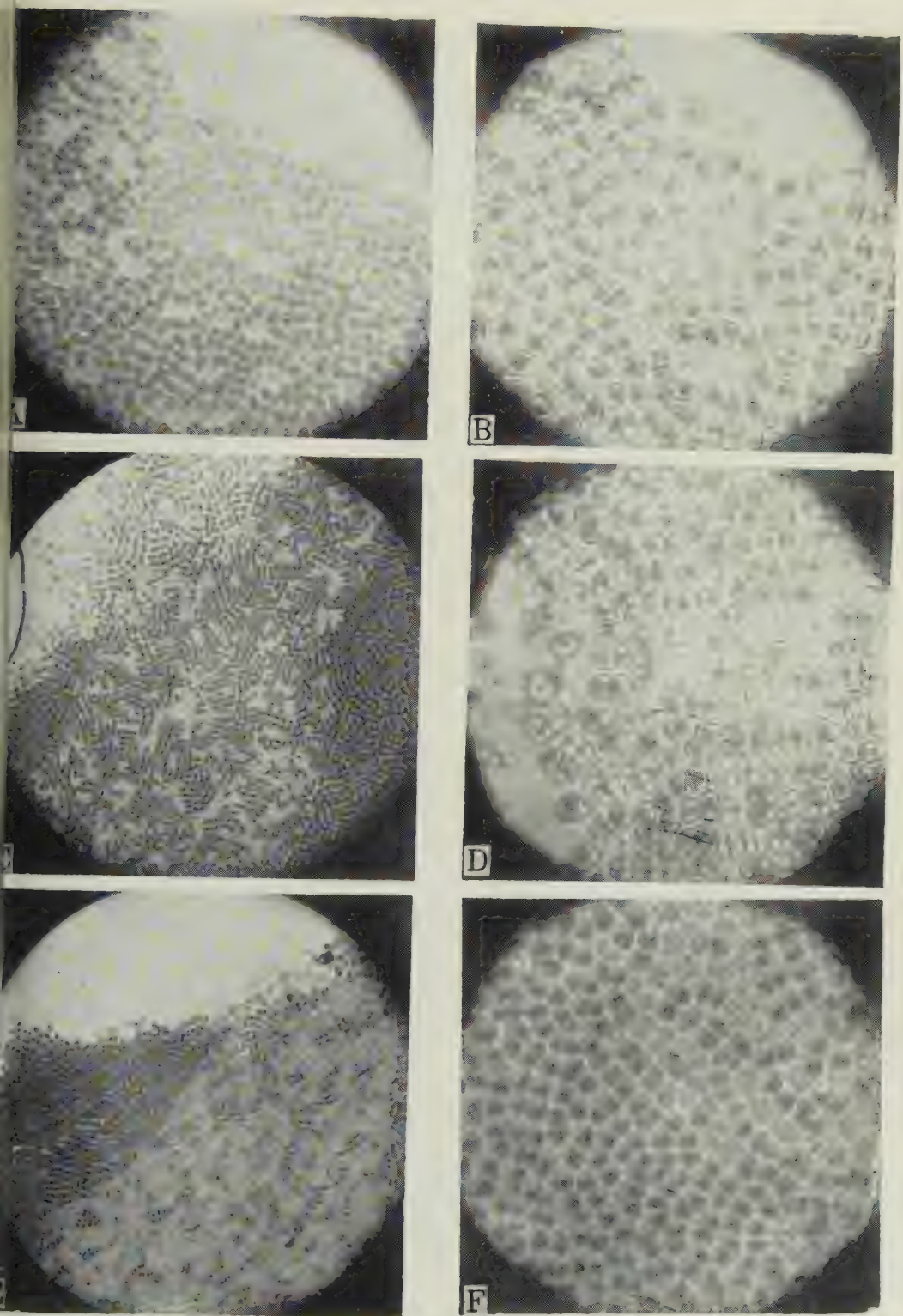
P. yezoensis Ueda

P. yezoensis Ueda

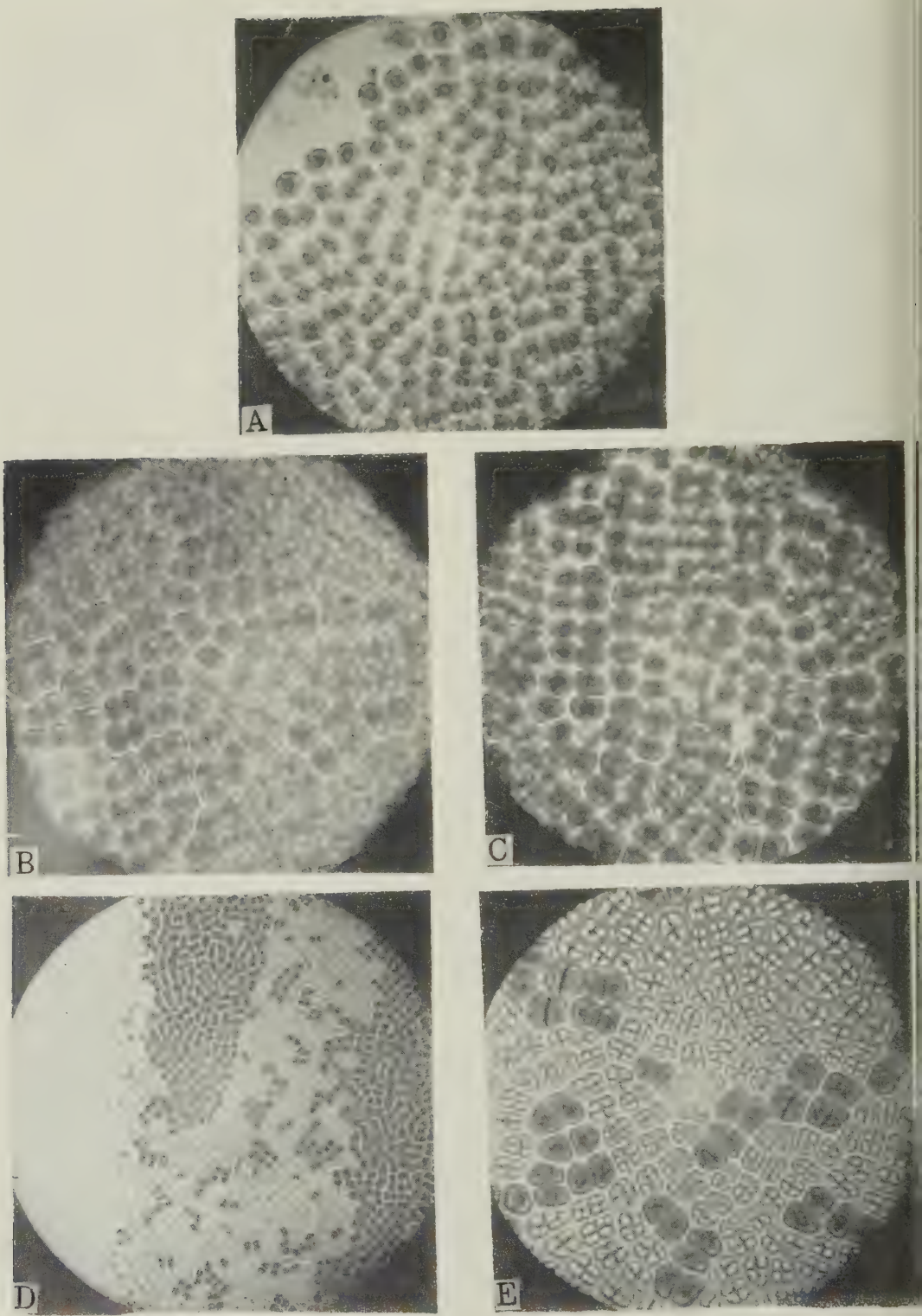
P. yezoensis Ueda



P. yezoensis Ueda

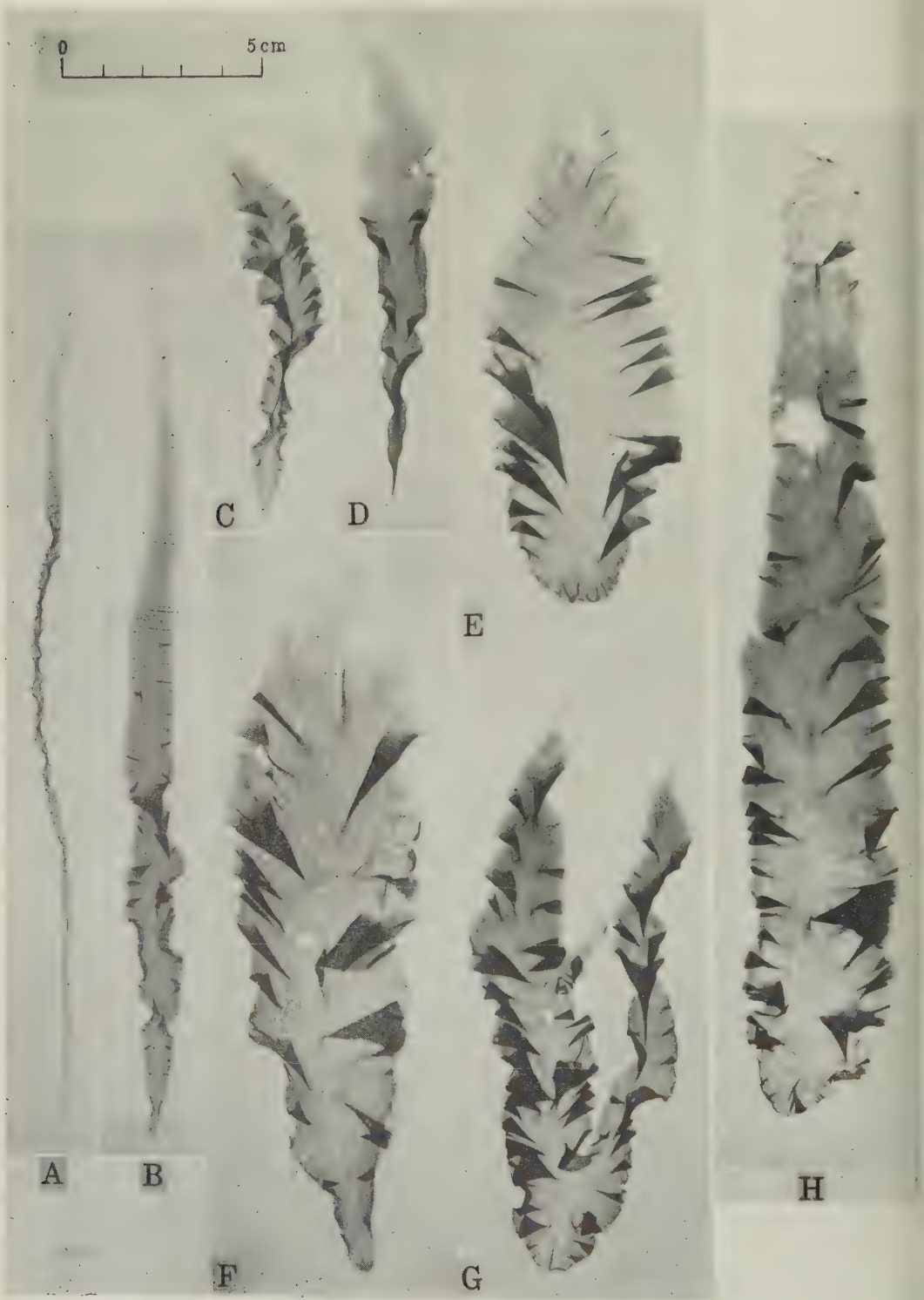


P. yezoensis Ueda



P. yezoensis Ueda

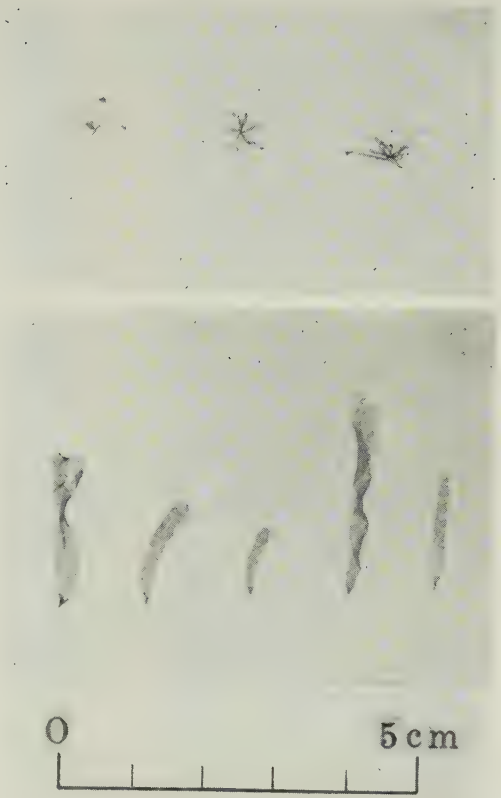
P. angusta Okam. et Ueda



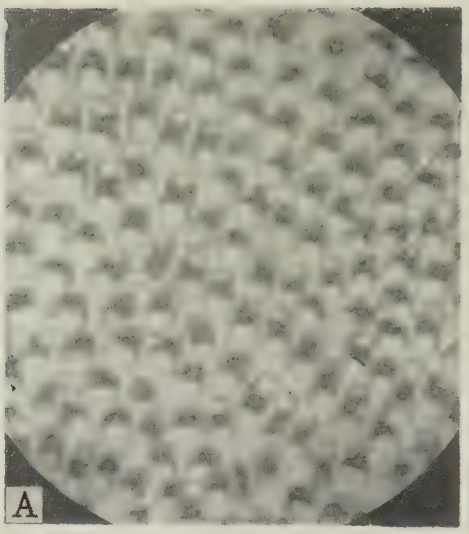
P. angusta Okam. et Ueda

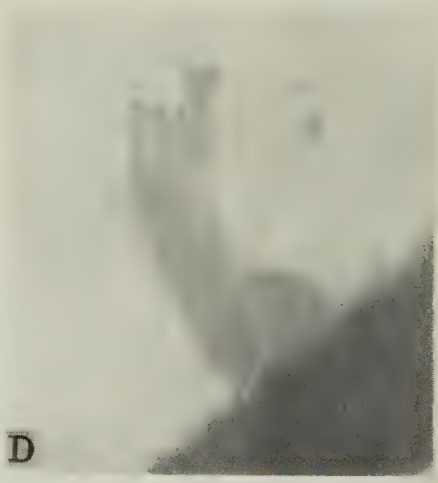
A

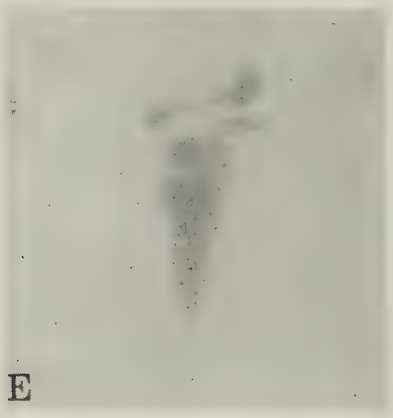
B



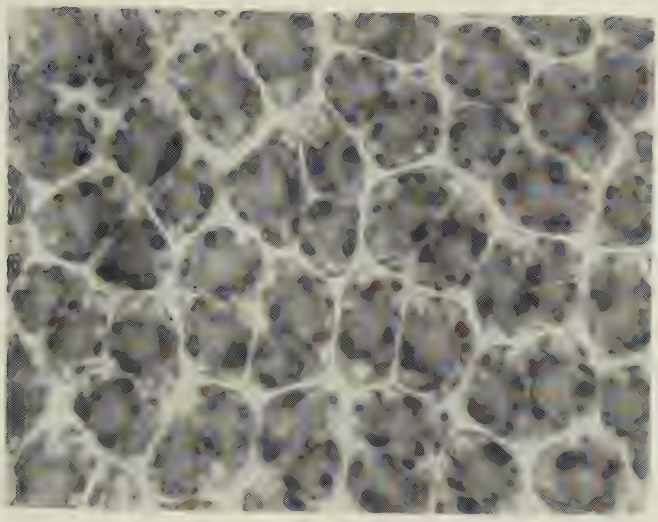
P. angusta Okam. et Ueda





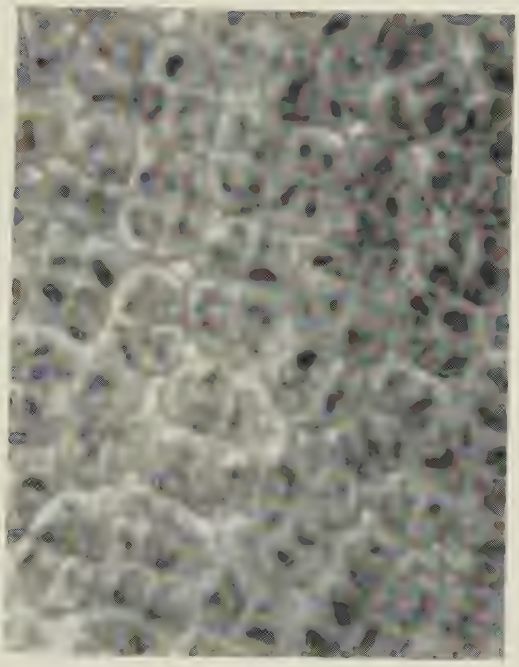


P. angusta Okam. et Ueda



A

B



C

P. angusta Okam. et Ueda

従来各号末に掲載していた既刊の東北海区水産研究所研究報告及びこれ以外に発表された研究業績並びに東北海区水産研究所資源年報等の目次は、今後第 20 号・第 25 号……の様に5号毎につけることとする。

東北海区水産研究所
研究報告(第18号)

印刷発行　昭和36年 3月 1日
編　輯　東北海区水産研究所
印刷者　笹　気　幸　助
笹気出版印刷株式会社
仙台市堤通り27

発行所　東北海区水産研究所
宮城県塩釜市東塩釜　電話1260番

CONTENTS

Kurogi, M. Species of cultivated *Porphyras* and their life histories 1